

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E**  
**ENGENHARIA DE MATERIAIS**

**SILVANA DA SILVA MORAES**

**CONCEITOS DE METODOLOGIA DE DESIGN**  
**APLICADOS AO PROJETO DE PRODUTOS CERÂMICOS**  
**EXTRUDADOS**

**Florianópolis, setembro**  
**2010**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E**  
**ENGENHARIA DE MATERIAIS**

**CONCEITOS DE METODOLOGIA DE DESIGN**  
**APLICADOS AO PROJETO DE PRODUTOS CERÂMICOS**  
**EXTRUDADOS**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA PARA A OBTENÇÃO  
DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIA E ENGENHARIA DE  
MATERIAIS

**SILVANA DA SILVA MORAES**

Orientador: **Prof. Orestes Estevam Alarcon. Dr. Eng.**

**Florianópolis, setembro**  
**2010**

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária  
da  
Universidade Federal de Santa Catarina

M827c Moraes, Silvana da Silva

Conceitos de metodologia de Design aplicados ao projeto de produtos cerâmicos extrudados [dissertação] / Silvana da Silva Moraes ; orientador, Orestes Estevam Alarcon. - Florianópolis, SC, 2010.

139 p.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais.

Inclui referências

1. Ciência dos materiais. 2. Engenharia de materiais. 3. Design - Metodologia. 4. Plásticos - Extrusão. 5. Cerâmica. I. Alarcon, Orestes Estevan. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais. III. Título.

CDU 620.1



**CONCEITOS DE METODOLOGIA DE DESIGN  
APLICADOS AO PROJETO DE PRODUTOS CERÂMICOS  
EXTRUDADOS**

Por

**SILVANA DA SILVA MORAES**

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO  
DE: **MESTRE EM CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS**

ESPECIALIDADE CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS E  
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-  
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS

---

Prof. Orestes Estevam Alarcon. Dr. Eng. EMC/UFSC

**Orientador**

---

Prof. Carlos Augusto Silva de Oliveira. Dr. Sc. EMC/UFSC

**Coordenador do curso**

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Antônio Pedro Novaes de Oliveira. Dr. Eng. EMC/UFSC

**Presidente**

---

Prof. Célio Teodorico Santos. Dr. Eng. UDESC

**Membro Externo**

---

Prof. Ana Paula Margarido Menegazzo. Dr. CITEC/CCB

**Membro**



“Nascer,  
morrer,  
renascer ainda  
e progredir sempre,  
tal é a lei”.

Allan Kardec

“Não somos seres humanos passando  
por uma experiência espiritual,  
somos seres espirituais passando  
por uma experiência humana”.

Teilhard de Chardin



*Aos*  
*avós, in memoriam: Valdemar, Alzira, Otília e Jardelino,*  
*Inspiração,*  
*Sabedoria,*  
*Dedicação,*  
*Trabalho,*  
*Vida e*  
*Amor.*



## Agradecimentos

A todos aqueles que contribuíram para atingir os objetivos propostos, pelo entusiasmo com o projeto e pelo interesse com a proposta, incentivando: a buscar sempre o melhor, a curiosidade em descobrir coisas novas e a coragem de ousar.

À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), pela estrutura e pessoal hospitaleiro. Em especial aos funcionários da biblioteca universitária e à Júlia, pelo apoio quando estive morando no Rio Grande do Sul.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais (PGMAT) que desde o primeiro contato se mostrou receptivo e, de imediato, apresentou o possível orientador. Inclusive ao Rogério pela absoluta atenção.

Ao professor orientador Orestes Estevam Alarcon, pela paciência, dedicação e ousadia, contribuindo na formação dos profissionais de Design.

Lourenço Urbano Gimenes, FIESP e SEBRAE, e o arquiteto Antonio Carlos Gomes Pereira, Assessor Técnico do SINDICERCON-SP, por ceder gentilmente o material para a pesquisa de mercado e contextualização. Além de, ao Lazzaro Menasce, editor da revista Mundo Cerâmico, por estar sempre pronto a auxiliar na pesquisa facilitando o acesso a artigos relacionados ao tema.

À amiga Lidiane Moura e à Simone Simões Oliveira, sem as quais não saberia o que sei da língua inglesa.

Em especial ao colega de trabalho e amigo Tiago Gelatti que contribuiu com seus conhecimentos e experiência em simulação virtual, cedendo os cenários para aplicação dos produtos.

Aos amigos Daniela e Gelson Gonçalves pela acolhida.

Um agradecimento muito especial a professora e amiga Msc. Simone Melo da Rosa, pela disposição em auxiliar na obtenção de bibliografias e contribuir com a leitura do texto e dicas projetuais. E, ao Designer Marcelo Rezende pelas dicas projetuais durante o trabalho.

À madrinha Eunires da Silva Batezini pela revisão ortográfica e apoio em todos os aspectos. E, à tia Eronita Silva Barcelos pela busca incessante por bibliografias e apoio em vários momentos.

Aos meus pais e ao meu amor Moises pelo apoio financeiro e amor dedicado, bem como todos da minha Família, que, nos momentos mais difíceis que interromperam o andamento do cronograma da dissertação, foram insubstituíveis.

Devo a satisfação pelo trabalho que realizamos.

*Obrigada.*





## **RESUMO**

Resumo da Dissertação apresentada à UFSC como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Engenharia dos Materiais.

### **CONCEITOS DE METODOLOGIA DE DESIGN APLICADOS AO PROJETO DE PRODUTOS CERÂMICOS EXTRUDADOS**

**Silvana da Silva Moraes**

Florianópolis, maio de 2010.

**Orientador:** Prof. Orestes Estevam Alarcon, Dr. Eng.

**Área de concentração:** Materiais Cerâmicos

**Palavras-chave:** metodologia de Design; extrusão; cerâmica.

**Número de páginas:** 139.

O setor da indústria de cerâmica estrutural é um nicho para a inovação formal e à aplicação dos produtos extrudados, visíveis para além da aplicação como elementos estruturais, tornando-os visíveis, com aplicação estética e decorativa. O Design, enquanto atividade projetual, de caráter científico e criativo, pode equacionar, sistematicamente, os conhecimentos que envolvem os aspectos formais de produtos industriais, buscando as tendências que influenciam na criação de produtos cerâmicos em uma metodologia do seu processo. Os requisitos metodológicos partem do uso do material cerâmico processado por extrusão, fazendo o caminho inverso da seleção de materiais, com investigação acerca do material e do processo. Este estudo objetiva promover a inovação formal na indústria de cerâmica extrudada por meio desta proposta metodológica de design, estreitando a relação entre o design e a engenharia, tratando-se de um trabalho de interface entre conhecimentos. O foco deste estudo é dar suporte à inovação no desenvolvimento de produtos cerâmicos extrudados que atendam os requisitos formais, científico-tecnológicos e sócio-econômicos, com diversas possibilidades de aplicação em decoração de ambientes.



# **ABSTRACT**

Abstract of Dissertation presented to UFSC as a partial fulfillment of requirements for the degree of Master in Materials Science and Engineering.

## **CONCEPTS OF DESIGN METHODOLOGY APPLIED TO THE PROJECT OF CERAMIC EXTRUDED PRODUCTS**

**Silvana da Silva Moraes**

Florianópolis, may 2010.

**Advisor:** Orestes Estevam Alarcon, Dr. Eng.

**Area of concentration:** ceramic materials

**Key words:** design methodology; extrusion; ceramic.

**Number of pages:** 139.

The sector of building ceramics is a niche for formal innovation and application of products fabricated by extrusion. It's necessary to become the extruded products visible beyond the appliance as a structural element. The design as a projective activity, innate scientific and creative, may equate, systematically, knowledge which involve the formal aspects of industrial products, searching the tendency which influence the creation of ceramic products in a design process. The methodological requirements come from the use of a ceramic material formed by extrusion, making the inverse way of the material selection, researching the material and the process. This research intends to promote the formal innovation of the industry of extruded ceramic through this methodological proposal of design, straitening the relation between the design and the engineering, by a research of knowledge interface. The focus of the this work aim to give support to innovation in the development of extruded ceramic products which can support the formal, scientific-technological and social-economic requirements, with possibilities of application for interiors.



# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 <i>Problematização</i> .....	1
1.2 <i>Objetivos</i> .....	2
1.2.1 <i>Objetivos específicos</i> .....	2
1.4 <i>Justificativa</i> .....	3
1.4.1 <i>Antecedentes da pesquisa</i> .....	3
1.4.2 <i>Relevância do tema</i> .....	3
1.5 <i>Estrutura da Dissertação</i> .....	6
<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>9</b>
2.1 <i>Materiais cerâmicos</i> .....	9
2.1.1 <i>Definição</i> .....	10
2.2 <i>Extrusão cerâmica</i> .....	13
2.2.1 <i>Mineração</i> .....	14
2.2.2 <i>Beneficiamento</i> .....	16
2.2.3 <i>Plasticidade da massa</i> .....	16
2.2.4 <i>Processo de extrusão</i> .....	19
2.2.5 <i>Secagem</i> .....	24
2.2.6 <i>Esmaltação e decoração</i> .....	24
2.3.7 <i>Queima</i> .....	26
2.2.8 <i>Acabamentos superficiais</i> .....	26
2.3 <i>Vantagens do uso da cerâmica extrudada</i> .....	27
2.3.1 <i>melhoria do Desempenho Térmico e acústico</i> .....	27
2.3.2 <i>Facilidade de instalação e Fixação</i> .....	31
2.3.3 <i>Nova possibilidade na decoração e de fachadas</i> .....	32
2.3.4 <i>Extrusão cerâmica e relação com o meio ambiente</i> .....	33
2.4 <i>Produtos existentes no mercado</i> .....	36
2.4.1 <i>Produtos extrudados</i> .....	37
2.4.2 <i>Análise do mercado</i> .....	44
<b>METODOLOGIA DE DESIGN .....</b>	<b>49</b>
3.1 <i>O papel da metodologia no processo de design</i> .....	50
3.2 <i>Proposta metodológica para o desenvolvimento de produtos cerâmicos extrudados</i> .....	52



3.2.1 <i>Problematização</i> .....	57
3.2.2 <i>Preparação</i> .....	58
3.2.3 <i>Elaboração</i> .....	60
3.2.4 <i>Finalização</i> .....	62
3.3 <i>Preparação</i> .....	64
3.3.1 <i>Aspectos formais</i> .....	64
3.3.2 <i>Estudo de tendências</i> .....	74
3.3.3 <i>Associação de ideias</i> .....	84
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>87</b>
4.1 <i>Elaboração do projeto</i> .....	87
4.1.1 <i>Geração de alternativas</i> .....	88
4.1.2 <i>Redesenho das alternativas</i> .....	96
4.1.3 <i>Desenvolvimento de modelos virtuais</i> .....	101
4.3 <i>Finalização do produto</i> .....	108
4.3.1 <i>Desenho construtivo</i> .....	109
4.3.2 <i>Desenho ilustrativo</i> .....	111
4.4 <i>Discussão</i> .....	122
4.4.1 <i>Interface Design e Engenharia</i> .....	123
<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>129</b>
5.1 <i>Principais contribuições</i> .....	130
5.2 <i>Sugestões para trabalhos futuros</i> .....	131
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>133</b>





## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 – Triaxial cerâmico.</i>	11
<i>Figura 2 – Momentos marcantes na história da extrusão.</i>	13
<i>Figura 3 – Fluxograma do processo de extrusão cerâmica.</i>	15
<i>Figura 4 – Métodos para triturar a matéria-prima.</i>	16
<i>Figura 5 – Aptidão das massas de cerâmica estruturais.</i>	17
<i>Figura 6 – Variação do teor de líquido durante o processo de extrusão.</i>	18
<i>Figura 7 – Rota de fabricação de produtos cerâmicos extrudados.</i>	19
<i>Figura 8 – Ilustração do êmbolo e do ariete de extrusão.</i>	20
<i>Figura 9 – Gráfico das diferentes pressões exercidas em uma extrusora.</i>	20
<i>Figura 10 – Fatores que influenciam a plasticidade da massa cerâmica.</i>	21
<i>Figura 11 – Detalhe de funcionamento de uma extrusora.</i>	22
<i>Figura 12 – Perfis obtidos por extrusão.</i>	22
<i>Figura 13 – Classificação dos tipos de extrusão.</i>	23
<i>Figura 14 – Exemplo de perfis de formatos complexos.</i>	24
<i>Figura 15 – Fluxo de calor.</i>	29
<i>Figura 16 – Simulação do método tradicional de fixação de cerâmicas.</i>	31
<i>Figura 17 – Simulação dos sistemas de encaixes universais.</i>	32
<i>Figura 18 – Fluxograma de entradas e saídas do processo de extrusão.</i>	34
<i>Figura 19 – Ciclo de materiais, interface entre Design e Engenharia.</i>	36
<i>Figura 20 – Setor de cerâmica estrutural e mercado brasileiro.</i>	37
<i>Figura 21 – Elementos vazados: diagonais e retos.</i>	38
<i>Figura 22 – Blocos: peças para lajes.</i>	39
<i>Figura 23 – Blocos de vedação.</i>	39
<i>Figura 24 – Blocos estruturais.</i>	40
<i>Figura 25 – Revestimento: piso cerâmico não esmaltado.</i>	40
<i>Figura 26 – Sistema de fachadas cerâmicas: ventiladas.</i>	41
<i>Figura 27 – Sistema de fachadas cerâmicas: Tarrart Baguete.</i>	41
<i>Figura 28 – Sistema de fachadas cerâmicas: Alphon Lamella.</i>	42
<i>Figura 29 – Tijolo aparente.</i>	42
<i>Figura 30 – Blocos de vedação: esmaltados.</i>	43
<i>Figura 31 – Briques e Monolithes.</i>	43
<i>Figura 32 – Blocos de vedação: Termoarcilla.</i>	44
<i>Figura 33 – Principais pólos de cerâmica estrutural, estados do Sul/Sudeste.</i>	45
<i>Figura 34 – Relação de interdependência entre as fases da metodologia.</i>	54
<i>Figura 35 – Relação de interdependência entre as fases da metodologia.</i>	64
<i>Figura 36 – Cronologia da investigação da proporção das formas.</i>	65
<i>Figura 37 – Hierarquia das necessidades e motivação do comportamento.</i>	67
<i>Figura 38 – Contexto sistema-produto cerâmico conceitual.</i>	73
<i>Figura 39 – Influências do comportamento e consumo.</i>	76
<i>Figura 40 – Sugestão de misturas de cores desenvolvida nos estudos.</i>	80



<i>Figura 41 – Imagens sugestivas dos sinais de comportamento e consumo. ....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 42 – Tendências em design de interiores. ....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 43 – Tendências em design cerâmico. ....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 44 – Exemplares da coleta de referenciais formais. ....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 45 – Produtos criados na geração de alternativas - aplicação 1. ....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 46 – Síntese da geração de alternativas para a aplicação 2. ....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 47 – Síntese da geração de alternativas para a aplicação 3. ....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 48 – Síntese da geração de alternativas para a aplicação 4. ....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 49 – Síntese da geração de alternativas para a aplicação 5. ....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 50 – Síntese da geração de alternativas para a aplicação 6. ....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 51 – Síntese da geração de alternativas para a aplicação 7. ....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 52 – Síntese da geração de alternativas para a aplicação 8. ....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 53 – Síntese da geração de alternativas para a aplicação 9. ....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 54 – Início da etapa de redesenho das alternativas em software. ....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 55 – Peça cerâmica para o revestimento de fachadas. ....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 56 – Peça cerâmica para o revestimento para paredes. ....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 57 – Síntese das paginações para as alternativas da aplicação 3. ....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 58 – Peça cerâmica que foi chamada bloco Ondas. ....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 59 – Cerâmica para a composição de painéis decorativos funcionais. ....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 60 – Desenho aprimorado do palito decorativo. ....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 61 – Demonstração da execução da etapa da modelagem virtual. ....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 62 - Modelagem virtual do bloco para revestimento de fachadas. ....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 63 – Paginação e simulação do material, revestimento de fachadas. ....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 64 - Modelagem virtual do bloco para revestimento de paredes. ....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 65 – Paginação e simulação do material, revestimento de paredes. ....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 66 - Modelagem virtual do bloco cerâmico Ondas. ....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 67 – Paginação e simulação do material, blocos Ondas. ....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 68 - Modelagem virtual do bloco cerâmico Trama. ....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 69 – Simulação renderizada da paginação do bloco Trama. ....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 70 – Vista posterior e detalhamento dos blocos Trama. ....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 71 – Simulação virtual dos palitos decorativos. ....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 72 – Simulação da paginação dos palitos decorativos. ....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 73 – Desenho construtivo do bloco para revestimento de fachadas. ....</i>	<i>109</i>
<i>Figura 74 – Desenho construtivo da cerâmica de revestimento de paredes. ....</i>	<i>110</i>
<i>Figura 75 – Desenho construtivo do bloco cerâmico Ondas. ....</i>	<i>110</i>
<i>Figura 76 – Desenho construtivo da cerâmica para painéis decorativos. ....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 77 – Desenho construtivo dos palitos decorativos. ....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 78 – Modelagem no software Promobi. ....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 79 – Princípio de montagem da peças em um ambiente virtual. ....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 80 – Aplicação do bloco cerâmico para revestimento de fachadas. ....</i>	<i>114</i>



<i>Figura 81 – Comparativo com outras fachadas de edificações. ....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 82 – Aplicação variada do produto para revestimento de fachadas. ..</i>	<i>115</i>
<i>Figura 83 – Aplicação do bloco cerâmico para revestimento de paredes. ....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 84 – Detalhes da aplicação como revestimento de paredes. ....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 85 – Detalhes da aplicação do bloco Trama em decoração. ....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 86 – Simulação virtual da aplicação do bloco cerâmico Ondas. ....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 87 – Detalhes da aplicação dos blocos cerâmicos Ondas. ....</i>	<i>119</i>
<i>Figura 88 – Simulação virtual da aplicação dos palitos decorativos. ....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 89 – Detalhes da simulação da aplicação dos palitos decorativos. ....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 90 – Interface de conhecimentos entre áreas: Design e Engenharia. ..</i>	<i>126</i>



## LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 1 - Medidas para o processo de extrusão cerâmica sustentável.....</i>	<i>35</i>
<i>Quadro 2 – Níveis de representação gráfica.....</i>	<i>51</i>
<i>Quadro 3 – Métodos de seleção. ....</i>	<i>53</i>
<i>Quadro 4 – Material e processo como requisitos de projeto. ....</i>	<i>55</i>
<i>Quadro 5 – Fases da metodologia de design de produto. ....</i>	<i>56</i>
<i>Quadro 6 – Detalhamento das etapas da fase de problematização.....</i>	<i>57</i>
<i>Quadro 7 – Detalhamento das etapas da fase de preparação projetual.....</i>	<i>59</i>
<i>Quadro 8 – Detalhamento das etapas da fase de elaboração.....</i>	<i>61</i>
<i>Quadro 9 – Detalhamento das etapas da fase de finalização. ....</i>	<i>62</i>





## **Capítulo 1**

# **INTRODUÇÃO**

## **1.1 PROBLEMATIZAÇÃO**

Os produtos produzidos pela indústria cerâmica estão presentes no dia-a-dia das pessoas. O design aplicado na concepção de novos produtos está, intimamente, ligado à agregação de valor através da inovação e melhoria da qualidade de vida das pessoas que possuem produtos extrudados com as mais diversas finalidades na construção civil empregados em suas residências, locais de trabalho ou edificações em geral.

Os dados oficiais mais recentes da Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER) indicam que o número de Indústrias Cerâmicas e Olarias do setor de produtos extrudados estão diminuindo no Brasil. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) aponta que das 11 mil empresas restam, hoje, 7431 trabalhando no segmento de cerâmica, destas, 4820 produzem blocos e tijolos, ou seja, utilizam na manufatura de seus produtos, essencialmente, o processo de conformação por extrusão.

Dentre as carências encontradas no setor apontadas pela ANICER como causa desse contexto e para a extinção de algumas das pequenas e médias empresas do setor pode-se destacar: a concorrência desleal com empresas que oferecem produtos de baixa qualidade; custo elevado ou, mesmo, a escassez de lenho e outros combustíveis; falta de mão-de-obra especializada; problemas com a aquisição de matéria-prima; problemas com a acessória técnica nos processos de produção por extrusão; falta de treinamento em gestão empresarial; falta de acessória técnica para aquisição de maquinário e equipamentos; falta de conhecimento de legislação ambiental e mineral; e a falta de acessória técnica dos fabricantes de máquinas e equipamentos.

A estagnação da inovação em Design no setor cerâmico da extrusão devido, principalmente, a baixa qualidade dos produtos finais, o surgimento de novas tecnologias concorrentes para a cerâmica estrutural como, por exemplo, o gesso acetornado (ou “drywall”) e a redução, significativa, do número de indústrias do

setor de cerâmica estrutural nos últimos anos foram motivadores desse estudo.

O setor da indústria de cerâmica estrutural ou vermelha é um nicho para inovação formal e geração de aplicação aos produtos fabricados por extrusão. Este estudo propõe a viabilidade de inovação na aplicação dos materiais cerâmicos explorando as possibilidades do processo de extrusão no desenvolvimento de produtos. Constatou-se a oportunidade de romper o paradigma que limita a finalidade dos produtos extrudados, como elementos estruturais, tornando-os visíveis, com aplicação estética e decorativa. Estudou-se a concepção da forma e função para criação de novos produtos com aplicações de apelo funcional e estético, na decoração, podendo potencializar o conforto térmico ou acústico na construção civil.

## 1.2 OBJETIVOS

Aplicar os conceitos metodológicos de design na criação de produtos cerâmicos extrudados.

### 1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Projetar, por meio do procedimento técnico experimental, produtos cerâmicos utilizando a metodologia de design desenvolvida, especificamente, para o projeto de cerâmicos extrudados, a fim de propor diferentes possibilidades formais e selecioná-las segundo a viabilidade técnica.

- Reunir o estado da arte e contextualização acerca do processo de conformação por extrusão, investigando as possibilidades técnicas que proporciona, bem como, suas limitações, através de levantamento bibliográfico.

- Analisar os fundamentos e conceitos do design envolvidos no projeto de produtos cerâmicos extrudados.

- Contribuir na geração de conhecimento para a inovação na indústria cerâmica, partindo do estudo das possibilidades formais do processo de extrusão, destacando as possibilidades de fabricação e as vantagens comerciais de expansão do mercado ao setor cerâmico.

- Estreitar as relações entre Design e Engenharia, tendo o desenvolvimento de produtos como uma tarefa de inovação formal no setor cerâmico brasileiro, na busca das interfaces de conhecimentos, relacionado conhecimentos da Engenharia e conhecimentos do Design.

## 1.4 JUSTIFICATIVA

### 1.4.1 ANTECEDENTES DA PESQUISA

As experiências profissionais e acadêmicas motivaram a interação com o tema devido a necessidade de aprofundar os conhecimentos na área de Engenharia de Materiais, em especial, os conhecimentos referentes aos materiais cerâmicos e a tecnologia de processos de fabricação. A formação focada na inovação da aplicação das matérias-primas e processos de fabricação, desenvolvidos e aprimorados constantemente, garantiu uma preocupação com o desenvolvimento de produtos que agreguem valor aos materiais, explorem processo e tecnologia disponíveis nos Arranjos Produtivos Locais (APLs) brasileiros, para contribuir no desenvolvimento econômico, da cultura material do país e, social, favorecendo a melhoria da qualidade de vida de seus usuários.

O direcionamento acadêmico ao tema se deu a partir do momento em que se percebeu a estagnação de inovação formal, no setor da indústria cerâmica estrutural, no desenvolvimento de novos produtos fabricados por extrusão. Este estudo tem caráter didático, exploratório, reflexivo e informativo, pretendendo servir como: inspiração aos projetistas (engenheiros, designers, arquitetos e decoradores) sobre o nicho existente no mercado de extrusão, instrução sobre as possibilidades do processo de acordo com as características dos materiais cerâmicos, interface entre as áreas do saber relacionadas (gerando um elo para a geração de produtos inovadores na área) e como base para estudos afins.

### 1.4.2 RELEVÂNCIA DO TEMA

Para compreender a relevância do tema abordado é necessário conhecer as possíveis causas da estagnação de inovação formal na extrusão cerâmica a partir da construção civil.

Uma janela de oportunidades se abre para a indústria cerâmica vermelha. Tudo conspira a seu favor e aqueles empresários que souberem aproveitar este momento seguramente não vão ter do que se arrepender. Em primeiro lugar, o mercado da construção civil finalmente, após anos e anos de demora, está começando a se aquecer. Em sequência, os anos de trabalho de qualificação do setor criaram uma base para o seu desenvolvimento técnico. É o que mostra o estudo desenvolvido para a Fiesp que dá a base teórica para as

indústrias que queiram ousar, se unir, e juntar esforços para lançar produtos melhores e conquistar a construção civil. (MENASCE, 2007, p.4).

Com a abertura de mercados, pode-se identificar que, um dos aspectos que enfraquece o potencial competitivo do Brasil é o menor índice de desenvolvimento de produtos inovadores e competitivos, se comparado aos demais países em desenvolvimento e os industrializados (como a Coreia do Sul e a Índia). Isso pode ser verificado através da baixa participação nos índices mundiais de novas patentes e no comércio exterior.

A cultura da inovação é aos poucos introduzida nas empresas pela integração das universidades, centros de pesquisa e indústrias do setor cerâmico. As empresas brasileiras têm certa dificuldade de gerenciar os processos de inovação, por não possuírem recursos humanos qualificados e não utilizarem ferramentas de integração de planejamento (projeto) e gestão para o desenvolvimento de novos produtos.

O cenário da indústria de cerâmica estrutural/vermelha brasileira é desfavorável, em relação aos demais países do mundo, devido a essa estagnação formal e funcional dos produtos como uns de seus motivos, revelando que os produtores competem fervorosamente entre si pela venda de poucos produtos com “baixo valor” agregado. Existe a cultura no setor, de que os produtos extrudados têm a função estrutural na construção civil sem aproveitar o apelo estético das peças obtidas pelo processo.

Sabe-se que a inovação é a maneira mais eficaz de tornar práticas permanentes de geração de conhecimento, nas universidades e nas empresas e, conseqüente, geração de riquezas para economia local. Porém, a cultura empresarial industrial apresenta resistência na compreensão e aceitação do processo de inovação.

Por isso, é necessário reverter a imagem negativa do mercado cerâmico de extrusão, sinalizando que a cerâmica é excelente matéria-prima para produtos tradicionais, mas que pode inovar ao fabricar produtos para diferentes aplicações.

A extrusão cerâmica, apesar de limitar, até certo ponto, as formas obtidas a perfis contínuos, pode-se criar uma diversidade de aplicações devido as alternativas que o processo oferece, permitindo desde formas simples até as mais complexas. Segundo Lesko (2004) a extrusão tem revolucionado o design e a fabricação de muitos produtos, porque a maioria dos materiais para a extrusão e as matrizes necessárias não são caros. Entre as suas vantagens está a obtenção de peças vazadas (que garantem conforto térmico e acústico), podem conter sistema de fixação invisível (segura e eficaz),

obtenção de peças bipartidas, e a fabricação de peças com grandes dimensões.

No sentido em que o estudo visa contribuir como interface entre conhecimentos, a importância da interdisciplinaridade na concepção de produtos, segundo Kindlein & Guanabara (2006), com a integração entre Design e Engenharia proporciona ao Designer a possibilidade da realização de projetos qualificados, sendo um diferencial competitivo no mercado. A prática desta sinergia se constituiu em um elemento fundamental no desenvolvimento da inovação, onde os produtos dependem da materialização do objeto (tridimensional), que por sua vez, têm sua diferenciação nos materiais e processos de fabricação, pois, o designer está, hoje, diante de um contexto em que há um vasto campo de possibilidades provenientes da multiplicação dos materiais e processos de fabricação que exigem a especialização nos campos de aplicação, com atualização contínua.

A importância do design na economia é hoje amplamente reconhecida por agregar valor aos produtos. Nos últimos anos, foram disponibilizados ao mercado recursos científicos e tecnológicos em uma velocidade jamais vista. Estes recursos pressupõem uma incessante adaptabilidade no desenvolvimento da inovação e na lógica da interação entre o Design e a Engenharia. O designer se encontra perante um crescente campo de possibilidades advindas da multiplicação de materiais e processos de fabricação, que determinam uma especialização em determinados campos de aplicação, forçando a otimização de recursos e a atualização contínua de conhecimentos, já que existe, hoje, a perda de reconhecibilidade do material.

A especificação dos materiais e dos processos produtivos torna-se fundamental para a concretização de projetos, trazendo benefícios estéticos, técnicos, de durabilidade, fabricação e distribuição. Porém, não raras vezes, a Engenharia vem tomando decisões que acarretam alterações ao produto, na fase de desenvolvimento ou durante a produção, sem base nos preceitos do design. Essa abordagem não deve ser entendida como uma tentativa de ingerência ou usurpação de funções, mas simplesmente compreendida como uma consequência lógica de anos de prática de projeto sem base no design. Ao designer cabe ter, neste momento, maturidade e conhecimento nas áreas de materiais e processos de fabricação para decidir, em conjunto com a engenharia, quais as alterações sugeridas passíveis de serem abortadas e aquelas que são aceitáveis, numa perspectiva de não bloquear a evolução e a competitividade do projeto.

Os materiais podem ser vistos como um estímulo à inovação e utilizados como forma de sedução do produto. Há, atualmente, uma

corrente na engenharia cuja principal razão, para desenvolver novos materiais, é o aumento das possibilidades formais que eles permitirão. A escolha dos materiais e dos processos de fabricação passa a elevar-se como fator caracterizador do conceito do produto não se limitando a um problema específico da engenharia.

Essa escolha passa ao status de oportunidade de inovação que permite um avanço tanto na área de engenharia quanto na área do design. Isto é válido desde que as áreas entendam este desafio como benéfico e que ambas sejam capazes de se integrar. Não raras vezes, muitos produtos são mal sucedidos, devido, justamente, a esta falta de sinergia (descompasso) entre a Engenharia e o Design (KINDLEIN & GUANABARA, 2006).

Este trabalho é abrangente segundo seus objetivos, que englobam conceitos e aplicações práticas de duas áreas afins: Design e Engenharia. Os conceitos e fundamentos específicos estudados, de ambas, são vistos como geradores de resultados ao aplicar uma metodologia específica para o desenvolvimento de um produto industrial.

É preciso evidenciar que devido à especificidade do problema em questão constatou-se a necessidade de estímulo à pesquisa voltada ao desenvolvimento de produtos cerâmicos que explorem a capacidade produtiva do país e os recursos do processo como forma de favorecer a competitividade e a lucratividade das indústrias do setor. Portanto, o estudo científico, apresentado nesta dissertação, está direcionado ao desenvolvimento de novos conceitos de produtos para satisfazer o nicho da indústria cerâmica de extrusão e as aspirações das diversas aplicações em potencial, tendo a extrusão cerâmica como requisito principal.

A relevância do tema abordado concorre com a abrangência das aplicações dos conceitos de produtos sugeridos, principalmente na preocupação com a inovação no setor cerâmico, procurando incrementar os produtos de cerâmica estrutural obtidos por extrusão.

## **1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

A estrutura deste estudo divide-se em três fases: revisão da literatura; metodologia; e resultados e discussão. O trabalho é de caráter didático, exploratório, reflexivo, informativo e experimental. Estudos, do capítulo de Fundamentação Teórica e de Metodologia forneceram subsídios para um procedimento técnico de caráter experimental, através da aplicação da metodologia específica de

design na geração de aplicações e no projeto de produtos cerâmicos produzidos por extrusão e posterior concepção de modelos virtuais.

O estudo tem como primeiro capítulo a fundamentação teórica, uma revisão da literatura, com pesquisa bibliográfica acerca: das características e propriedades dos materiais cerâmicos; e, do estado da arte do processo de conformação por extrusão, para explorar as possibilidades técnicas e formais no projeto de produto experimental. Estudos esses, compreendidos pela fase de preparação da metodologia para o desenvolvimento de produtos cerâmicos extrudados.

A Dissertação e seus resultados foram elaborados segundo um estudo sobre as possibilidades de inovação nas possibilidades formais e funcionais, através do processo de extrusão de materiais cerâmicos. Além disso, juntou-se o entendimento dos conceitos da área do Design envolvidos para cada aplicação desenvolvida e análise, que compreende a investigação dos produtos similares existentes no mercado, buscando conhecer o potencial aplicativo no Brasil.

Para viabilizar a criação formal em produtos obtidos por extrusão desenvolveu-se uma metodologia específica, proposta no segundo capítulo, com sua descrição detalhada, nas diversas fases e etapas, estudando os fundamentos do design envolvidos nos produtos cerâmicos extrudados, que compreendem a influência dos aspectos formais em produtos e as tendências em design de produtos cerâmicos.

Tais reflexões viabilizaram a fase seguinte, geração de alternativas e seleção, segundo a viabilidade técnico-formal. Os conceitos de aplicação para cerâmicas extrudadas selecionadas passaram, então, no quarto capítulo de resultados e discussões, as fases de elaboração e finalização, com a aplicação da metodologia de design.

Para finalizar o procedimento experimental (que inclui o desenvolvimento da metodologia e a sua aplicação em projeto de produto) foram desenvolvidos modelos tridimensionais virtuais. Os equipamentos utilizados para a realização foram os existentes nos laboratório disponíveis para a modelagem virtual.

A análise dos resultados obtidos, redação da dissertação e considerações finais compreenderam as etapas de conclusão do Mestrado. As conclusões foram baseadas nos dados obtidos no levantamento bibliográfico, no procedimento experimental, e nos resultados da confecção dos modelos virtuais dos produtos criados. Procurou-se verificar o atendimento dos objetivos, principais contribuições e as sugestões para trabalhos futuros.





## **Capítulo 2**

# **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Quando se desenvolve um novo produto o fundamental é conhecer a viabilidade de produção. Os erros mais comuns na fabricação de produtos estão vinculados à falta de experiência e conhecimentos técnicos dos materiais e dos processos de fabricação de produtos (COSTA & ROSA, 2008, p.153).

O presente capítulo tem como objetivo apresentar uma revisão teórica acerca dos materiais cerâmicos, do processo de extrusão e uma análise de mercado aos produtos cerâmicos extrudados. Nesse contexto, o foco da metodologia de design é explorar um processamento de um material específico como critério de projeto de produto.

A revisão teórica aborda os conhecimentos sobre as propriedades dos materiais cerâmicos, com ênfase nas características térmicas e mecânicas. No estudo do processo de extrusão cerâmica são detalhadas suas etapas, desde a preparação da massa até a esmaltação e o acabamento, incluindo-se as possibilidades e limitações de formatos. Discutem-se as vantagens do uso da cerâmica extrudada e os aspectos ambientais envolvidos, pois se tem como ponto de partida do projeto de produto cerâmico uma preocupação intrínseca com a questão ambiental.

No que se refere à análise de mercado apresenta-se os principais produtos produzidos por extrusão cerâmica, com base em dados obtidos junto à Federação das Indústrias de São Paulo (FIESP).

## **2.1 MATERIAIS CERÂMICOS**

Alguns dos maiores avanços em materiais envolvem a cerâmica, um antigo material de engenharia, bem como, o vidro, que foram testados e aprovados. Os cerâmicos poderiam ser considerados antigos, mas surgem em novas e variadas combinações. As aplicações variam desde supercondutores até ferramentas de corte e motores de alta temperatura a equipamentos esportivos de alto desempenho, isso devido, principalmente, aos avanços na área da Engenharia de materiais.

### 2.1.1 DEFINIÇÃO

Segundo vários autores o termo “cerâmica” tem origem do adjetivo grego *Keramikós*, que significa “matéria-prima queimada” ou “coisa queimada”, derivada de *Kéramos* “barro” (TECLA, 1984; NORTON, 1952). Estima-se que a argila foi o primeiro material estrutural, inorgânico, a adquirir novas propriedades como resultado de uma operação intencional realizada com a intervenção humana: a “queima” com a obtenção de potes, panelas e outros utensílios cerâmicos, alterando o estilo de vida do homem, por volta de 8000 anos a.C. (PADILHA, 2000, p.17). Os principais marcos históricos da sua origem, na antiguidade, foram os artefatos de argila e as louças de barro (5000 a.C.), utilização do torno oleiro (em 3500 a.C.) e o surgimento da porcelana na China (1000 a.C.) (NORTON, 1952; REED, 1995). As definições para os materiais cerâmicos têm algumas divergências na literatura, em alguns casos diz-se que a cerâmica avançada surgiu da metalurgia do pó.

A cerâmica, enquanto um material particulado, é obtida através da conformação de um pó, cuja forma é densificada pelo emprego de altas temperaturas, obedecendo a sequência de processamento, que envolve a ligação dos três elementos fundamentais da natureza, água, argilominerais e calor: *pó*  $\rightarrow$  *forma*  $\rightarrow$  *calor*, passando pelas obtenção ou preparação do pó, conformação e densificação.

Os materiais cerâmicos são, normalmente, combinações de metais com elementos não metálicos, que podem ser cristalinos, não-cristalinos (vidros), parcialmente cristalinos (vitrocerâmicos) e argamassas (cimento, cal e gesso). Do ponto de vista de ligações químicas, eles podem ser desde predominantemente iônicos até predominantemente covalentes (CALLESTER, 2002; PADILHA, 2000).

Há uma definição mais tradicional que se refere aos cerâmicos, Gugel (*apud* CLAUSSEN, 1995), como sendo obtidos de minerais (de composição inconstante e pureza considerada duvidosa) submetidos a um tratamento térmico (não-mensurável), por tempo suficiente para que reações desconhecidas ocorram (de modo incompleto), obtendo produtos heterogêneos e não-estequiométricos<sup>1</sup>. Barsoum (1997) definiu os cerâmicos como compostos sólidos formados através da

---

<sup>1</sup>A estequiometria está ligada à lei de conservação de massas (do francês Antoine Lavoisier) e a de proporções definidas (constante) e na das proporções múltiplas, em que as reações químicas combinam proporções definidas de compostos. Tendo o princípio de que nada se cria ou se perde, mas tudo se transforma, a quantia dos elementos é a mesma antes e depois da reação.

aplicação de calor ou, em alguns casos, calor e pressão, constituídos pelo menos por: um metal e um sólido elementar não-metálico ou um não-metal; dois sólidos elementares não metálicos; ou um sólido elementar não-metálico e um metal.

A argila é a matéria prima cerâmica mais amplamente empregada por ser de baixo custo, encontrada em abundância na natureza e de fácil conformação. Com as devidas proporções de argila e água se forma uma massa plástica que pode ser moldada, seca (removendo a umidade, fica rígida) e cozida (a temperaturas elevadas), melhorando a resistência mecânica, adquirindo alta dureza.

As cerâmicas tradicionais são feitas a base de argilas que são compostas por alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) e sílica ( $\text{SiO}_2$ ), que contém água, quimicamente, ligada. As argilas contêm algumas impurezas, que pode ser compostos, óxidos, a base de: bário, cálcio, sódio, potássio e ferro, além de materiais orgânicos.

Sinteticamente, os cerâmicos contêm os “ingredientes”, baseados no triaxial cerâmico ilustrado na Figura 1. As proporções desses materiais determinam a estrutura e propriedades do material final e, conseqüentemente, o seu desempenho em um produto industrial:

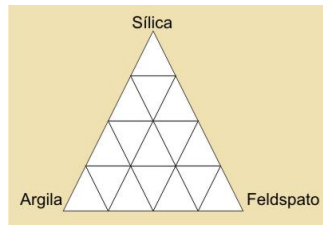


Figura 1 – Triaxial cerâmico.  
Adaptado de: Norton (1952, p.15).

Argila (*clay*), basicamente, argilo-minerais ( $x\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{SiO}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ ), são aluminosilicatos hidratados. Sua função é conferir maior plasticidade à massa cerâmica durante seu processo de conformação.

Sílica ( $\text{SiO}_2$ ), quartzo, material refratário, mantém a estabilidade dimensional do produto, controlando a retração dimensional durante a queima; e,

Fundente, feldspato, responsável por produzir a fase líquida durante a sinterização, são insolúveis em água e formadores da fase vítrea em corpos cerâmicos esmaltados, tem a função de fusibilidade;

As cerâmicas estruturais (telhas, tijolos e manilhas) são constituídas, principalmente, de silicatos hidratados de alumínio. Caracteristicamente, a cor avermelhada é devido à queima acima de  $950^\circ\text{C}$ , resultado da oxidação de componentes de ferro presentes ou liberados pela argila durante a queima. A intensidade da cor varia

em função da quantidade do óxido de ferro, da presença de outros minerais, e da atmosfera oxidante do tratamento térmico (JORDÃO & ZANDONAI, 2002). A argila grosseira possui outras substâncias em grande quantidade que conferem variadas cores: preto, cinzento, vermelho, castanho, amarelo ou verde (GOMES, 1988). Se a argila for calcária a cor resultante é o castanho. A cerâmica estrutural tem a melhor aceitação popular no Brasil, voltada à questão cultural e sócio-econômica.

As cerâmicas tradicionais (silicatos) são produzidas com matérias-primas naturais tais como argilo-minerais e areia, com pureza inferior a 98%. Possuem estrutura heterogênea, porosa, com propriedades mecânicas e estéticas. Podem ser fabricadas pelo processo de extrusão para obtenção de materiais de construção e produtos domésticos (BARSOUM, 1997 e REED, 1995). Eles são, tipicamente, isolantes térmicos e elétricos. São muito duros, porém muito quebradiços, por isso, diz-se que seu comportamento mecânico é frágil.

Os materiais cerâmicos se caracterizam por apresentarem elevado módulo de elasticidade, elevada dureza e por serem muito frágeis. Apresentam resistência à tração bem menor que a compressão e à flexão (PADILHA, 2000). Além disso, as cerâmicas tradicionais apresentam fase vítrea e porosidade o que reduz a resistência mecânica.

De modo geral, as cerâmicas para a fabricação de produtos do tipo estruturais são um de material de baixo custo devido à abundância de matéria-prima para a produção na natureza, mas com alto custo ambiental, tendo em vista à extração e manufatura que geram grandes impactos, bem como os metais e os polímeros (obtidos do minério). As principais vantagens que dizem respeito às propriedades dos materiais cerâmicos são a resistência à corrosão, oxidação, isolamento térmico e acústico. Reed (1995) indica:

- *Condutividade térmica*

- 1 a 200/500 W/m-K;

- *Resistência mecânica*

- resistência sob tração 100 a 1000 MPa;

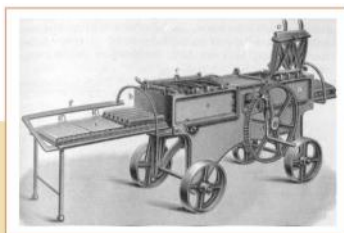
- tenacidade à fratura ( $K_{IC}$ ) de 0,5 a 6 MPa-m<sup>-1/2</sup>.

Os cerâmicos estruturais são produtos a base de argila, cada tipo de conformação exige adição de componentes que conferem as características de escoamento compatíveis com a técnica empregada para modelagem. As peças conformadas devem possuir a resistência mecânica suficiente para permanecer intacta durante todo o processamento (transporte, secagem e cozimento). As técnicas mais difundidas de conformação plástica são a moldagem por injeção e a

extrusão, cujas etapas de beneficiamento foram pesquisadas e explicadas a seguir.

## 2.2 EXTRUSÃO CERÂMICA

Dentre os principais aspectos que determinam a aplicação dos materiais cerâmicos está o processamento (método de fabricação), formando o principal requisito para a metodologia de design, proposta por este estudo. Uma das técnicas utilizadas para a conformação de materiais cerâmicos, que possui o princípio mais simples, é a conformação por extrusão. O detalhamento das tecnologias de processamento permite vislumbrar novas possibilidades formais e estéticas para produtos, explorando os encaixes. Dessa forma, pode proporcionar estabilidade estrutural e a possibilidade de redução da utilização de argamassa, simplificando o assentamento, tornando as peças cerâmicas aparentes e produzindo peças de tamanhos variados.



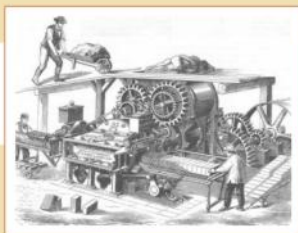
**Extrusora de 1810**

Uma das primeiras extrusoras.



**Extrusora de 1858**

Introdução do mecanismo de pressão por parafuso ou eixo helicoidal vertical.



**Extrusora de 1862**

Uso do procedimento de moinhos de rolos e de bolas com pressão por eixo helicoidal horizontal.



**Extrusoras atuais**

Händle e Verdés



**Figura 2 – Momentos marcantes na história da extrusão.**  
Adaptado de: Händle (2007).

Paralelamente aos avanços tecnológicos em ciência e engenharia de materiais houve grande evolução no processo de extrusão. A Figura 4 ilustra os principais avanços tecnológicos na história do processo de extrusão cerâmica.

O conceito de conformação de materiais com seção contínua vem desde o início do século XVII. A história da extrusão pode ter se iniciado antes de 1616 quando o inglês John Etherington construiu uma extrusora a êmbolo, operada manualmente, para produzir tijolos, que teve a patente registrada somente em 1623. Outro inventor conhecido do ramo foi Hostenberg que construiu uma extrusora de drenagem (1807-1810) (HÄNDLE, 2007).

Em 1999, iniciou o uso do modelo de simulação em protótipos de ferramentas de extrusão e, maior automatização no século XX, conforme Bender e Böger (*apud*. HÄNDLE, 2007, p.90). A extrusão cerâmica é uma técnica de conformação hidrolástica utilizada há mais de 394 anos com pequenas alterações nos seus princípios fundamentais apenas a partir da década de 50.

O processo de fabricação, Figura 5, empregado o processo de conformação por extrusão pode ser resumido nas seguintes etapas principais: preparação da matéria-prima; formação da peça, secagem, tratamento térmico, acabamento, esmaltação e decoração, em alguns casos.

### 2.2.1 MINERAÇÃO

Antes da conformação cerâmica há o processo de mineração. É preciso extrair da jazida (mineração) a matéria-prima: preparar (a primeira etapa de redução de partículas e de homogeneização das matérias-primas é realizada na própria mineração), estocar e transportar. A matéria-prima ainda deve ser beneficiada (desagregada ou moída), classificada de acordo com a granulometria (e, até purificada) na indústria cerâmica. Após essas operações é que se inicia o processo de fabricação, propriamente dito.

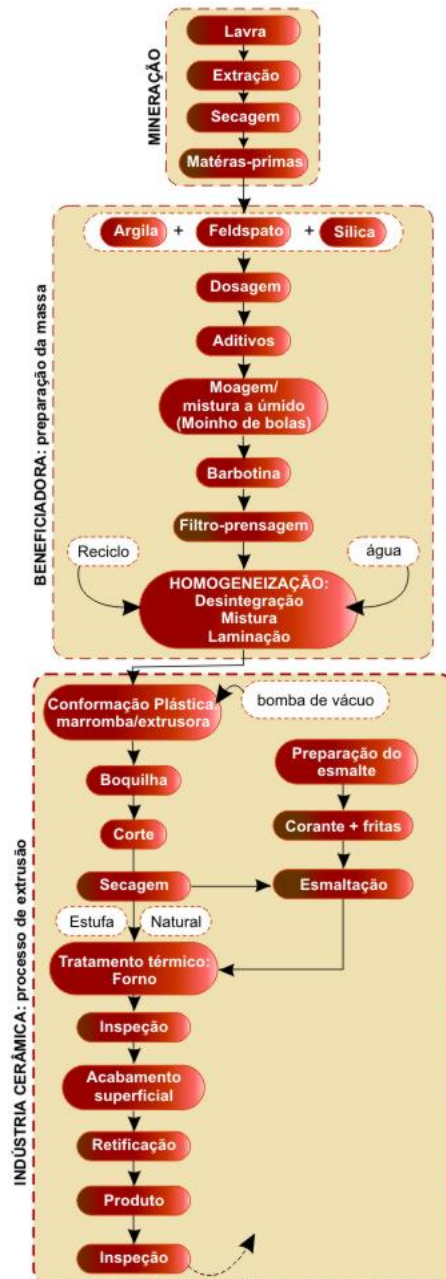


Figura 3 – Fluxograma do processo de extrusão cerâmica.

Adaptado de: Reed (1995, p.12); Ring, (1996, p.2); Barba et.al (1997); Motta et.al. (2000).

### 2.2.2 BENEFICIAMENTO

Nessa etapa é feita a preparação da massa, onde são introduzidos aditivos para a obtenção das características pretendidas ao novo produto. Para a preparação da massa ou pasta cerâmica são misturadas duas ou mais matérias-primas, além de aditivos e água. As matérias-primas devem ser adicionadas em proporções controladas, homogeneizadas, para obter uniformidade física e química da massa. Para a extrusão é empregada a massa plástica, que é maleável.

A moagem é feita para trituraar a matéria-prima para haver o melhor empacotamento de partícula, geralmente, para a moagem se adiciona água. Os britadores e moinhos utilizados são de diversos tipos (moinho de bolas, rolos, martelos e corredor de bolas, por exemplo), alguns deles ilustrados na Figura 6, além do uso de peneiras, hidroclones, filtros, granuladores e atomizadores.

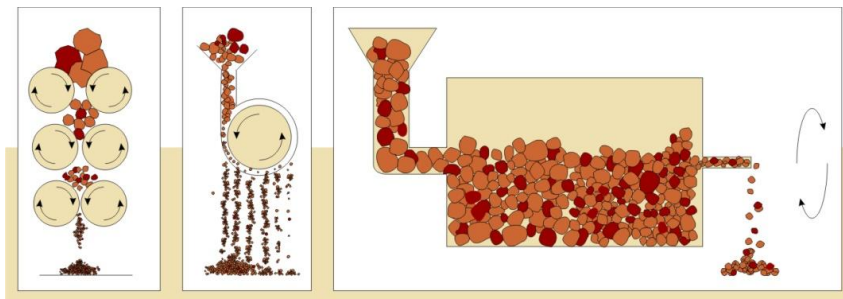


Figura 4 - Métodos para trituraar a matéria-prima.  
Adaptado de: Lesko (2004, p.245).

Os moinhos, utilizados nos processo de moagem, têm a função de evitar fissuras, buracos, irregularidades antes da entrada na extrusora: primeiramente, usa a maior abertura e, depois, passa por um par de laminadores.

### 2.2.3 PLASTICIDADE DA MASSA

A argila é uma das matérias-primas cerâmicas mais utilizadas por ser acessível, devido a sua abundância na natureza. Preparando a mistura na proporção adequada de argila e água, obtém-se uma massa plástica, que pode ser conformada. A utilização da argila se deve a facilidade em ser conformada.

No corpo cerâmico os materiais argilosos são importantes porque ao adicionar água eles se tornam muito plásticos, conferindo hidroplasticidade, que é uma propriedade da qual depende a operação de conformação por extrusão.



Conforme Ribeiro (2003, p. 42), para a obtenção de elevados rendimentos e bons níveis de qualidade no processo de extrusão de produtos cerâmicos é necessário dar uma atenção especial na preparação da massa cerâmica. Faz-se necessário selecionar e controlar as matérias-primas e o teor de umidade para obter a plasticidade adequada, além de adequar a velocidade da extrusão (também relacionada à pressão aplicada) e a matriz ao material cerâmico.

Ao adicionar água à argila as moléculas de água ficam entre as camadas (da estrutura cristalina dos minerais argilosos), formando uma película ao redor das partículas de argila, permitindo, assim, que as partículas fiquem livres para se mover uma sobre as outras, conferindo a plasticidade necessária ao processo de extrusão.

Ainda que os minerais à base de argila, ao serem misturados à água, se tornarem plásticos e flexíveis (podendo ser moldados sem trincar), eles possuem limites de escoamento<sup>2</sup> extremamente baixos (TANAKA, 2006). O ideal é que a consistência da massa resulte em um limite de escoamento suficiente que permita que a peça conformada mantenha a sua forma durante o processamento.

A argila tem a composição granulométrica das massas e seus respectivos campos de aplicação são previstos no diagrama de Winkler (Pracidelli, 1997), apresentado na Figura 7.

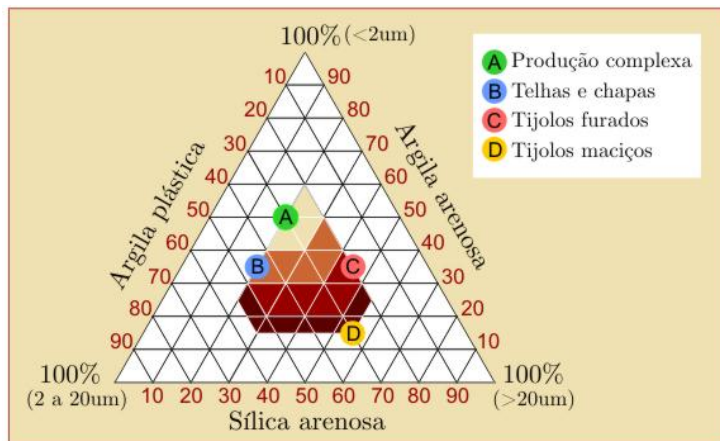


Figura 5 - Aptidão das massas de cerâmica estruturais.  
Adaptado de: Pracidelli (1997).

<sup>2</sup>Limite de escoamento ( $\sigma_l$ ): diz respeito à tensão necessária para produzir uma quantidade de deformação plástica muito pequena, porém definida.

MOTTA *et al.* (2001, p. 29) ressalta que a preparação da massa é feita, geralmente, misturando a argila de alta plasticidade e granulometria fina (composta, essencialmente, de argilominerais) com argila rica em quartzo (menos plástica).

Para ser extrudada, a massa precisa ser umidificada acima do limite de plasticidade (geralmente acima de 20%). “Os métodos mais antigos exigiam argilas em condições plásticas de 35%. Hoje essa condição, na maioria dos métodos utilizados nos processos de moldagem, varia entre 20 e 30%” (FERREIRA, 1992, p.27). Após, é processada em misturadores e homogeneizadores rústicos, para serem conformadas. A Figura 8 apresenta o gráfico da quantidade de água contida durante cada fase do processo de fabricação por extrusão.

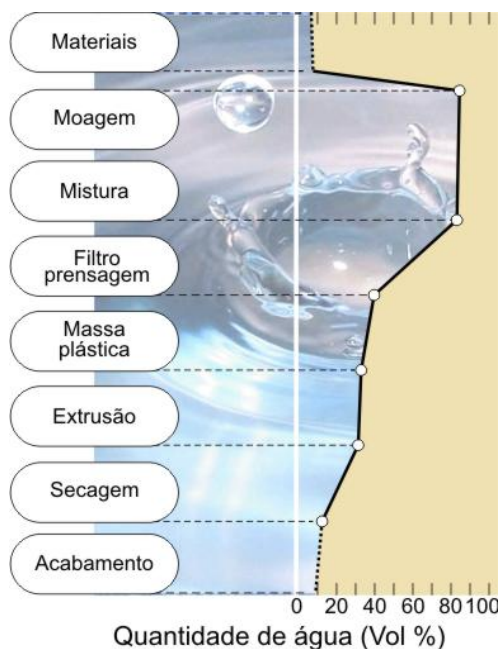


Figura 6 – Variação do teor de líquido durante o processo de extrusão.  
Adaptado de: Reed (1995, p.453).

O ponto crucial na extrusão é a plasticidade do corpo cerâmico (GLEIBLE, 2007; GÖHLERT, 2007, p. 388). A definição clássica formulada por Haase (1956, *apud idem*) é: plasticidade é a habilidade de uma substância sólida reagir a forças aplicadas externamente, com mudança na forma sem perder a coesão das partículas que a compõe.

### 2.2.4 PROCESSO DE EXTRUSÃO

No processo de extrusão é que se dá a conformação da peça, onde o produto toma a forma projetada. A Figura 9 ilustra de forma didática o processo de extrusão.

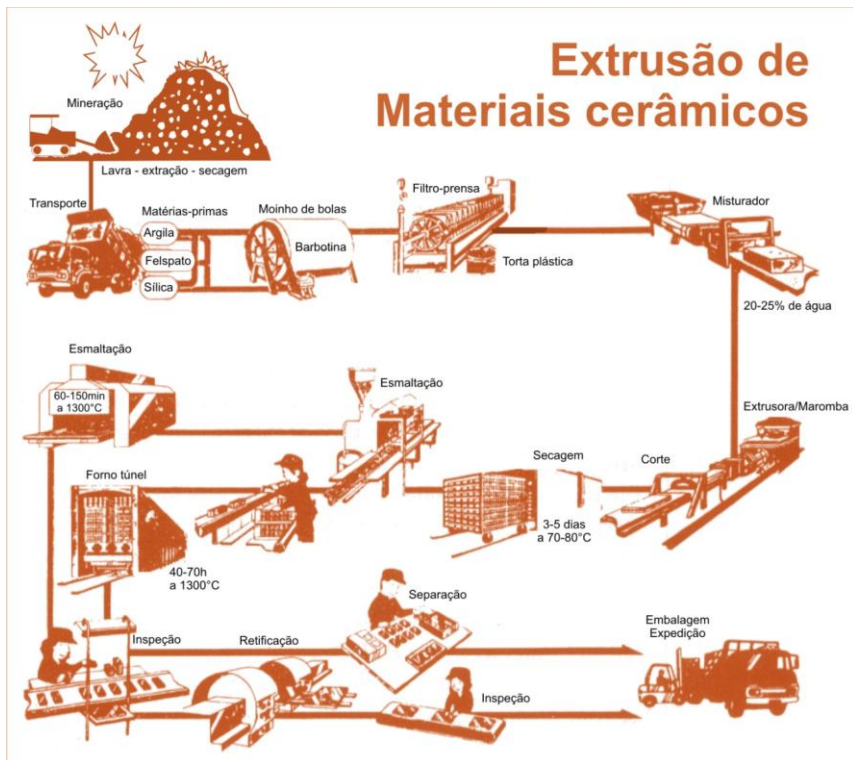


Figura 7 - Rota de fabricação de produtos cerâmicos extrudados.  
Adaptado de: Ring, (1996, p.2); Barba *et.al* (1997).

Quando misturadas nas devidas proporções, água e minerais a base de argila, se forma uma massa plástica flexível (hidroplasticidade) suscetível à moldagem (conformação), sem ocorrer trincas. Porém, essa massa possui um limite de escoamento muito baixo e a consistência da razão água e argila resulta em um limite de escoamento adequado para que o formato da peça conformada seja mantido ao manusear a peça durante o processo.

Na extrusão direta o material cerâmico, com plasticidade adequada, capaz de fixar a forma, é colocado em uma câmara que compacta e força a massa plástica, por compressão, através de um bocal de uma matriz, geralmente, por um ou aríade hidráulico (eixo

helicoidal, rosca sem fim) ou êmbolo (pistão), obtendo-se peças de perfil longitudinal (coluna com seção transversal) e com o formato e dimensões desejados, que podem ser cortadas, assim como fatias. O ar nesse processo é, normalmente, removido em uma câmara a vácuo, melhorando a densidade da peça. Nas Figuras 10 e 11 esses aspectos podem ser observados. O eixo helicoidal é o mais empregado para a extrusão em cerâmica.

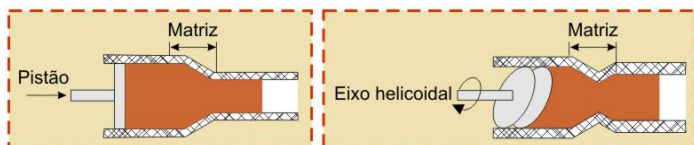


Figura 8 – Ilustração do êmbolo e do eixo helicoidal de extrusão.  
Adaptado de: Reed (1995, p.453).

Um fator importante para o controle dimensional e, conseqüentemente, da qualidade das peças obtidas por extrusão é a pressão exercida durante o processo. O ar é removido em câmara a vácuo, melhorando a densidade da peça. Vilanova *et al.* (2007) afirma que a resistência mecânica é melhorada se combinados os efeitos: pressão de compactação e quantidade de argila. O aumento de pressão de compactação favorece a densificação da peça, reduzindo defeitos e aumentando a resistência mecânica, ou seja, quanto maior a quantidade de argila, menor será a resistência mecânica a verde, do material. As diferentes zonas de pressão, na extrusão, são ilustradas na Figura 11.

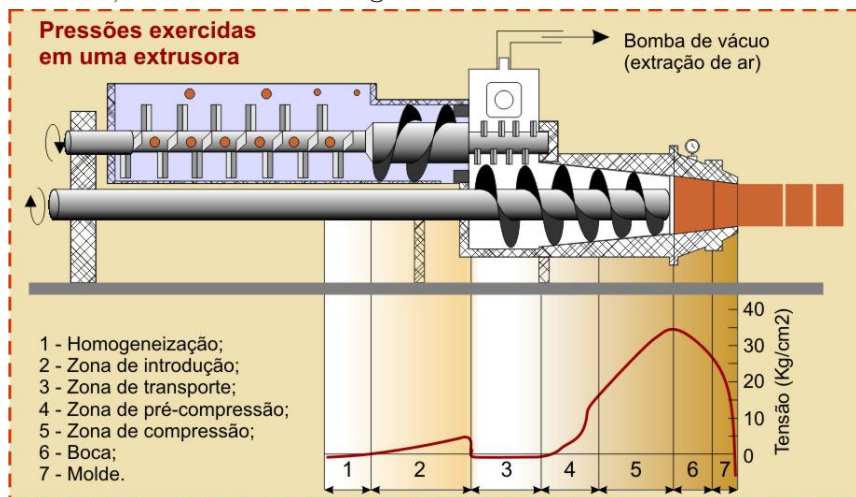


Figura 9 – Gráfico das diferentes pressões exercidas em uma extrusora.  
Adaptado de: Reed (1995, p.452 ); Ribeiro (2005, p.40).

Alguns dos principais fatores determinantes para o rendimento do processo de extrusão e a qualidade do produto final estão esquematizados na Figura 12. É necessário atentar-se: à composição e à preparação da massa, escolhendo e controlando adequadamente as matérias primas e o teor de umidade, com o intuito de se obter a plasticidade mais adequada; às matrizes (boquilhas) utilizadas; ao tipo de equipamento; à qualidade do vácuo; à velocidade de extrusão condicionada pela pressão da extrusora; e, à geometria do produto. É necessário adequar a velocidade de extrusão, que condiciona a pressão de extrusão e o molde ao tipo de material extrudado. O revestimento das paredes internas da extrusora deverá ser rugoso e a hélice bem polida, para que o avanço da massa na extrusora ocorra corretamente (RIBEIRO, 2003, p.42).



Figura 10 – Fatores que influenciam a plasticidade da massa cerâmica.  
Adaptado de: Handle (2007, p.382).

Em síntese, a plasticidade pode ser entendida como o grau de deformação da massa até que se rompa. Quanto menor as variações de composição, do grau de moagem e do teor de umidade, melhores são os resultados. As principais características do processo são (LEE, 1994, p.30; REED, 1995, p. 339 e 403):

- Material de partida → pasta;
- Teor de umidade (m%) → 18-25%;
- Automação → contínua;
- Pressão → < 40 MPa;
- Formatos → relativamente simples;
- Molde → matriz metálica, com seção transversal constante;
- Produtos → refratários, isoladores elétricos, cilindros (tubos), produtos celulares e blocos;
- Produção → seriada (elevada produtividade) e dimensões de pequenas à grandes.

As máquinas extrusoras são, usualmente, chamadas de maromba. Um esquema detalhando o funcionamento desse processo é ilustrado na Figura 13.

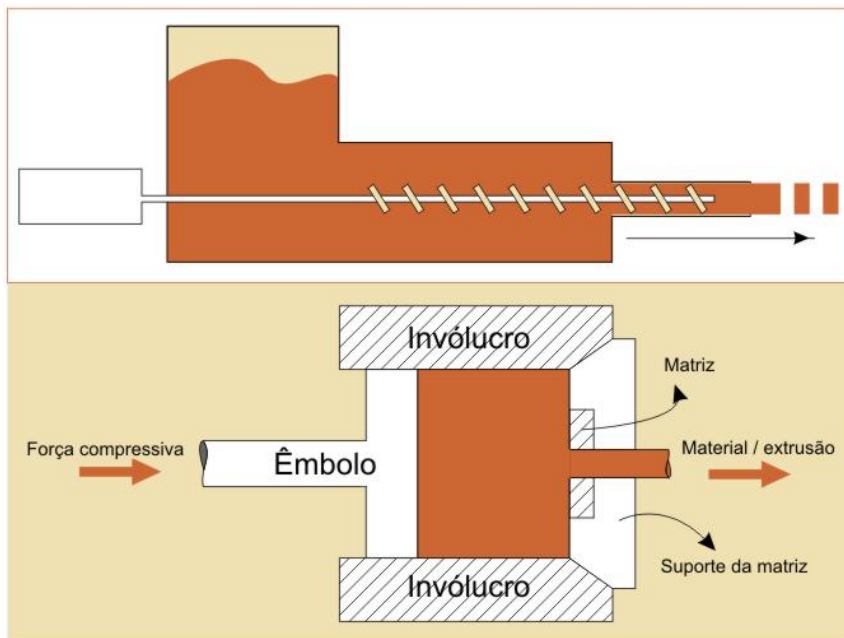


Figura 11 – Detalhe de funcionamento de uma extrusora.

Adaptado de: Lesko (2004); Reed (1995).

Os perfis obtidos com esse tipo de processo de conformação são produtos de formato regular, que podem ser sólidos, semi-ocos ou ocos (resultado da introdução de inserções colocadas dentro do molde), como mostra a Figura 14.

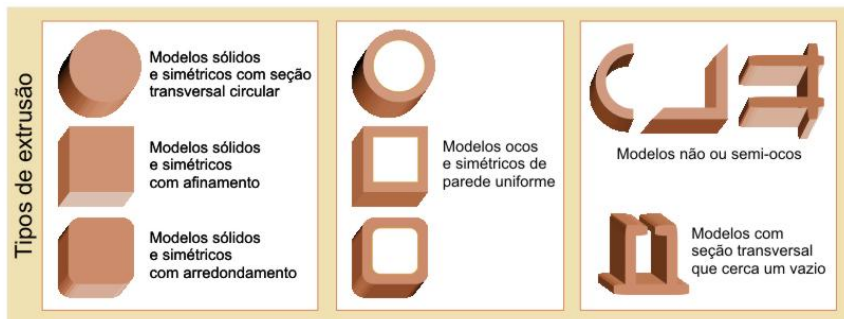


Figura 12 – Perfis obtidos por extrusão.

Adaptado de: Lesko (2004).

As colunas ocas, ou os vazios, no interior das peças são obtidos pela introdução de inserções colocadas dentro do molde. As extrusões podem ser classificadas pelo tipo de fenda e segundo o tipo de vazio, o que pode ser observado na Figura 15. Pode se produzir elementos vazados, tubos (manilhas) e elementos tipo *baguete* maciços.



Figura 13 – Classificação dos tipos de extrusão.  
Adaptado de: Lesko (2004).

Assim como na extrusão metálica, a seção transversal é constante e tem algumas limitações de espessura na peça extrudada. Os custos das matrizes são baixos e com grandes taxas de produção. Na maioria das vezes é possível, ainda, alguma operação de moldagem pós-extrusão.

A vantagem do uso da extrusão na concepção de fachadas para edificações é que se obtêm estruturas que nelas mesmas contém vãos, que podem proporcionar conforto térmico e acústico e ainda podem conter a fixação invisível e de forma eficaz. Podem ser fabricadas, também, peças bipartidas, dispensando estruturas metálicas.

Os requisitos de design e engenharia podem ser atendidos com a infinidade de perfis que o processo de extrusão possibilita, desde os formatos mais simples até os complexos. Um exemplo pode ser observado na Figura 16. As extrusões têm revolucionado o design e a fabricação de muitos produtos, parte disso, porque a maioria dos materiais para extrusão e fabricação de matrizes são, economicamente, acessíveis.



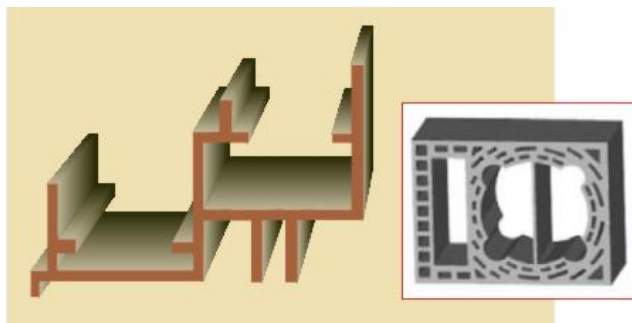


Figura 14 – Exemplo de perfis de formatos complexos.  
Adaptado de: Lesko (2004, p.54) e Händle (2007).

### 2.2.5 SECAGEM

Após a moldagem, formação da peça, o produto cerâmico ainda contém grande quantidade de água, proveniente da preparação da massa. É necessário passar pelos processos de secagem e queima (similar ao utilizado na metalurgia do pó). Essas são operações críticas, pois podem gerar defeitos: empenar ou trincar, conforme as variações de umidade, devido às diferenças de espessura das paredes e o grau de complexidade do formato. Normalmente ocorre uma retração dimensional em torno de 20%.

Para evitar a concentração de tensões e os defeitos (trincas, bolhas ou empenos, por exemplo), em consequência disso, a água deve ser gradualmente eliminada, chegando a um teor baixo de umidade residual. O calor de secagem é fornecido principalmente por queimadores a gás natural. É importante para a redução do consumo energético, eficiência e para evitar o desperdício, que a secagem seja rápida, controlando as taxas de aquecimento, circulação de ar, temperatura e umidade.

### 2.2.6 ESMALTAÇÃO E DECORAÇÃO

Após a secagem, os produtos podem receber a aplicação de uma camada fina e contínua de um material denominado esmalte ou vidrado ou vidro e cristais que, após ser fundida sobre a superfície da peça durante o processo de queima, adquire aspecto vítreo.

Essa camada tem como função tornar o produto menos poroso (impermeável à água e aos gases), conferir maior resistência mecânica e elétrica, resistência ao risco e resistência química; melhorar a aparência do produto, obtendo superfície mais lisa e acabamento brilhante; e, dar ao produto aspecto de higienização, conferindo assepsia aos ambientes em que são aplicados.



A composição dos esmaltes (vidrados) é bastante variada quanto a formulação dependendo das características do produto cerâmico, das características finais do esmalte e da temperatura de queima. É preparado em forma de uma suspensão aquosa, com viscosidade adequada ao tipo de aplicação. A sua composição pode incluir aditivos da moagem e agentes flocculantes e deflocculantes<sup>3</sup> (FERNANDES, 1999).

O engobe constitui camadas intermediárias localizadas entre o esmalte e o suporte cerâmico, com propriedades e composição químicas intermediárias às do esmalte. Atua como filtro contra a volatilização de partículas e gases. Atenua a coloração da massa, compondo a base da decoração e cobrindo defeitos superficiais. Impermeabiliza o esmalte contra a absorção de água (prevenindo a formação de manchas d'água). Forma a interface de ancoramento entre a massa e o esmalte, criando uma continuidade e zonas de interdifusão (gradiente químico ou camada de adesão). E, ajusta a diferença de coeficiente de expansão térmica entre a massa e o esmalte, controlando problemas como lascamento, quebra e empenamento (ABRIL FILHO, 2003).

Os esmaltes (vidrados) podem ser do tipo cru, esmalte de fritas ou uma mistura de ambos. Sua aplicação no corpo cerâmico pode ser de diferentes modos, depende da forma, tamanho, quantidade e estrutura das peças e, também, do efeito desejado para a superfície esmaltada. Dentre as técnicas mais utilizadas estão: a imersão, pulverização, campanua, cortina, disco, gotejamento e aplicação em campo eletrostática.

Os produtos cerâmicos podem, ainda, ser submetidos a uma decoração extra, que pode ser feita por métodos como: serigrafia, aplicação de decalques, pintura por esmaltação e acabamentos artesanais. Para isso as tintas adquirem suas características desejadas somente após a queima das peças.

A decoração com serigrafia (*silk-screen*) é uma das técnicas mais empregadas, pela facilidade da aplicação em linhas de vitrificação. Consiste em imprimir a decoração através de telas, com aberturas na região do desenho que será reproduzido, por onde penetram as tintas, pela força de um rolo, imprimindo a figura desejada na superfície da

---

3 A floculação é aglomeração de partículas em suspensão produzida por um ligante e os deflocculantes são aditivos usados para promover a defloculação, que é a estabilização de uma suspensão através de um aditivo adsorvido sobre as partículas que aumentam as forças de repulsão por carga elétrica ou impedimento estérico (REED, 1995, p.150).

cerâmica. Outra técnica importante é a de rolo, em que a peça passa recebendo a decoração.

### 2.3.7 QUEIMA

O processo de queima, também conhecido como sinterização, é uma etapa fundamental na fabricação de produtos cerâmicos. Nessa etapa os produtos adquirem as propriedades finais, tais como: o brilho, a cor, a porosidade, a estabilidade dimensional, resistência a flexão e ao gretamento, resistências às altas temperaturas, à água e aos ataques químicos. A queima é feita em fornos contínuos (túnel) ou intermitentes. Ou seja, os produtos cerâmicos são submetidos a um tratamento térmico, para a peça obter maior resistência mecânica, a temperaturas elevadas, dependendo da composição e das propriedades a serem alcançadas.

Para a queima a peça é submetida, em ambiente controlado, a altas temperaturas, que melhoram a resistência e a dureza, pois geram fortes ligações entre as partículas complexas de óxidos na cerâmica, reduzindo a porosidade. O tratamento térmico consiste em: aquecimento, permanência ao patamar máximo durante o tempo necessário e o resfriamento.

As reações provocadas nas várias etapas do ciclo de queima constituem a base de conversões físicas e químicas ou transformação de fases. As transformações se dão em função dos componentes da massa, tais como: perda de massa, desenvolvimento de novas fases cristalinas e formação de fase vítrea. Em função do tratamento térmico e das características das diferentes matérias-primas são obtidos produtos para as aplicações específicas.

### 2.2.8 ACABAMENTOS SUPERFICIAIS

Após o tratamento térmico, a peça passa por inspeção e pode ser comercializada. Contudo, dependendo do objetivo, os produtos podem passar por processos adicionais de acabamentos pós-queima, como: torneamento, união, remoção de rebarbas, polimento, corte e furação.

O acabamento pode ser entendido como uma operação de dar forma, de corte e junção e, por ser muito importante para o resultado estético industrial, é que o acabamento merece um aprofundamento. Desse modo, além das possibilidades de acabamentos superficiais (texturas e revestimentos), investigaram-se as tendências para o mercado de cerâmicas de revestimentos em design de interiores no capítulo de metodologia.

A aparência é um dos aspectos determinantes em produtos industriais, podendo ser decisiva no sucesso de um produto no mercado. Entretanto, além de conferir boa aparência estética, o acabamento oferece proteção e funcionalidade aos produtos industriais, cuja responsabilidade é uma das principais funções do designer.

O acabamento é feito após a queima da peça cerâmica, e é necessária alguma operação adicional para finalizar o produto. Essas operações servem para dar a forma, as tolerâncias finais e remover defeitos superficiais, o que melhora o acabamento e aumenta a resistência. Em geral, os produtos cerâmicos são esmaltados e queimados para garantir uma cobertura vitrificada de boa aparência estética, resistência e impermeabilidade, que conferem durabilidade e, conseqüentemente, qualidade ao produto final.

A escolha por determinado tipo de acabamento é definida segundo a relação custo benefício: preço, compatibilidade, cor, brilho, textura e durabilidade.

Quanto à execução gráfica para obter texturas artificiais, são utilizados os seguintes processos: fricção, impressão, decalque e construção.

A textura é importante no design de produto porque, mais que melhorar a aparência, pode ampliar a utilidade e a usabilidade do produto (melhorando a empunhadura e a resistência a danos e a arranhões) e reduzir a rejeição (mascarando as falhas). Algumas texturas podem ser obtidas moldando-as durante a extrusão, que podem ser tipo frisadas, criando realces de prismas.

## **2.3 VANTAGENS DO USO DA CERÂMICA EXTRUDADA**

As maiores vantagens dos produtos cerâmicos obtidos via extrusão são: baixo custo de fabricação, bom desempenho térmico, facilidade de montagem ou instalação, leveza, beleza e boa durabilidade, no que diz respeito a relação material-processamento-produto e meio ambiente. Isso garante que os cerâmicos extrudados agreguem valor aos produtos a que se destinam. O valor agregado é crucial para a competitividade das empresas do setor de cerâmica estrutural, principalmente em design.

### **2.3.1 MELHORIA DO DESEMPENHO TÉRMICO E ACÚSTICO**

A qualidade de vida está intimamente ligada ao entorno climático e acústico dos ambientes, por isso é importante garantir a iluminação e a ventilação, de forma a oferecer um ambiente propício

às atividades destinadas a cada ambiente específico. Nesse sentido, os materiais cerâmicos, enquanto não-metálicos, são isolantes térmicos, já que não possuem grandes quantidades de elétrons livres, sendo que os fônons<sup>4</sup> têm a responsabilidade principal por essa propriedade térmica, bem como, a sua forma, quando extrudados, podem contribuir para o aumento do conforto térmico de ambientes em edificações.

As trocas térmicas que ocorrem entre o corpo humano e o meio ambiente variam constantemente conforme: a mudança de ambiente, momento do dia e clima, vestimenta (resistência térmica do material), ou atividade exercida (taxa metabólica). O conforto higrotérmico diz respeito à sensação experimentada pelo organismo em determinadas condições ambientais (de temperatura e umidade) que, considerando fatores particulares (como idade, vestimenta e atividade), não precisa fazer uso de seus sistemas termo-reguladores, para manter temperatura natural, na faixa dos 36.5°C. O que é diferente de percepção térmica.

As principais trocas higrotérmicas<sup>5</sup> entre o homem e as edificações são: trocas por radiação (entre o sol e a construção e entre o corpo e as paredes); trocas por condução (contato entre o corpo e toda superfície em que ele toca, através das paredes); e, trocas por convecção (entre o corpo e o ar que está em contato direto e entre o ar com as paredes – interna e externamente). Dentre as estratégias bioclimáticas<sup>6</sup> para proporcionar maior conforto higrotérmico estão: ventilação com massa térmica de resfriamento e umidificação (KOHLSDORF, 2005).

Dentre as principais propriedades térmicas cabe ressaltar a capacidade térmica (calorífica), expansão térmica e condutividade térmica. Quando um material sólido é aquecido certa quantidade de energia é absorvida. A capacidade calorífica é uma propriedade que serve como indicativo da habilidade de um material em absorver

---

4 Um quantum de energia vibracional é chamado fônon (análogo a radiação eletromecânica - fóton). O calor é transportado em materiais sólidos tanto através das ondas de vibração do retículo (fônons), como através dos elétrons livres. A condutividade térmica está associada com cada um desses mecanismos (CALLISTER, 2002, p.454).

5 Comportamento higrotérmico se refere ao atendimento dessa necessidade considerando o clima da área considerada e atributos morfológicos incidentes no controle climático, visando equilíbrio térmico entre o homem e o meio ambiente. Trocas térmicas do corpo humano com o meio ambiente ocorrem por convecção, radiação, evaporação e condução (KOHLSDORF, 2005, p.3).

6 A bioclimática observa as características configurativas do espaço incidentes no conforto físico dos indivíduos, em termos de temperatura e umidade (higrotérmico), som (acústico), luz (luminoso) e qualidade do ar (idem).

calor do meio externo, representando a quantidade de energia necessária para aumentar a temperatura da água em 1°C.

A porosidade pode influenciar essa propriedade, quanto maior o volume de poros maior a capacidade de isolamento térmico. Os poros tornam a transferência de calor mais lenta, por conterem ar estagnado que, por sua vez, é mal condutor de calor. A porosidade tem grande influência prática na capacidade calorífica (PADILHA, 2000). Por exemplo, cerâmicas mais porosas precisam de menos quantidade de calor para atingir certa temperatura, ou seja, fornos revestidos com tijolos refratários (porosos) podem se aquecidos com consumo menor de energia, assim como, quando se utiliza a camada de ar formada pelos perfis ocos da extrusão cerâmica. Nos cerâmicos são encontrados forças de ligações interatômicas, relativamente, fortes que determinam coeficientes de expansão térmica, relativamente, baixos.

Para produtos com função de isolamento térmico é importante entender sobre as propriedades térmicas relacionadas à transferência de calor por radiação dos materiais cerâmicos. Quando a radiação solar incide sobre a superfície do material ela é dividida em porções: absorvida ou transmitida e refletida, que tem propriedades relacionadas (absortividade e refletividade), Figura 2. Estas propriedades dependem das características superficiais do material e das relacionadas à quantidade de energia transmitida (MÜLLER, 2003, p.28). Isso está, intimamente, ligado ao aspecto de pigmentação do material (cor).

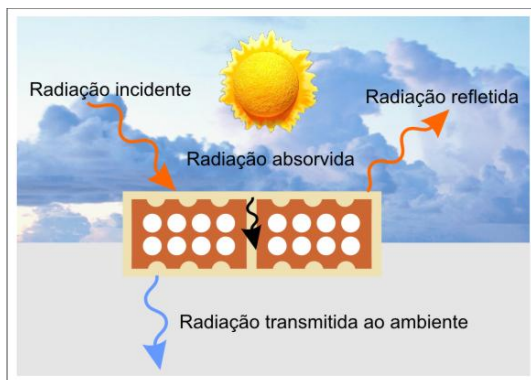


Figura 15 – Fluxo de calor.  
Adaptado de: Marinoski (2007).

É importante que os materiais cerâmicos submetidos a alterações de temperaturas tenham coeficientes de expansão térmica menores. Se as peças cerâmicas não forem frágeis, não fraturam

devido às variações dimensionais oriundas do tratamento térmico. Sugere-se que as matrizes dos formatos para a extrusão tenham espessuras equilibradas, isto é, peças obtidas com o máximo de semelhança, possível, nas suas dimensões para não potencializar a geração de defeitos após a queima, controlando o formato (MELCHIADES, 2001, p.12).

A cerâmica pode ser utilizada na reabilitação de fachadas com problemas de isolamento térmico e acústico, aproveitando a camada de ar<sup>7</sup>, que pode ser formada pela extrusão, o espaço vazio dos furos. A aplicação do isolamento sobre o paramento exterior faz com que a capacidade térmica da parede esteja totalmente disponível para a inércia térmica interior do edifício. A ventilação impede que o ar, existente na câmara, aqueça, evitando-se a transmissão de calor por convecção, para o interior.

Deste modo, esta solução promove a diminuição dos consumos energéticos tanto durante a estação de aquecimento como de arrefecimento. A melhoria do conforto térmico pode ser explicada segundo o fluxo de calor e o perfil da temperatura. Nas estações do ano em que o clima é mais quente (verão e primavera) parte do calor que é transferido do revestimento cerâmico para a câmara de ar é retirada do sistema por meio do fluxo ascendente do ar aquecido. Então, uma fração reduzida do calor que é transferido pelo revestimento cerâmico chega ao interior da edificação. Já nas estações do ano em que o clima é mais frio (outono e inverno), com a utilização do sistema com aproveitamento do vazio da extrusão em fachadas, há uma retenção do calor no interior dos ambientes, proporcionando uma temperatura agradável no ambiente interno.

Quanto ao isolamento acústico, ao se utilizar o vazio das peças cerâmicas extrudadas o seu comportamento é substancialmente melhor do que o de uma fachada convencional, porque o revestimento descontínuo dissipa parte da energia sonora incidente.

Os cerâmicos são materiais inorgânicos e incombustíveis, não emitem gases tóxicos quando expostos ao fogo ou a altas temperaturas; e, a sua baixa condutibilidade retarda a transmissão do fogo para outros materiais (protegendo das elevadas temperaturas). Porém, quanto à resistência ao fogo, há que considerar que ao se utilizar da camada de ar, há a atuação como propagador vertical de fogo. Para evitar esta situação deve-se

---

<sup>7</sup>A câmara de ar formada pelos furos da matriz de extrusão no revestimento externo de uma parede, quando apresentar dimensões entre 5 a 15 cm pode ter a finalidade de permitir a ventilação contínua no sentido vertical proporcionando o efeito chaminé, assim como em fachadas ventiladas.

compartimentar a camada de ar com barreiras horizontais e verticais, resistentes ao fogo, por isso, nesse caso, sugere-se a aplicação em edificações térreas.

### 2.3.2 FACILIDADE DE INSTALAÇÃO E FIXAÇÃO

Lesko (2004) afirma que a montagem e fixação (ou instalação) são responsáveis pela maior parte dos custos de manufatura, mais de 50% do tempo de produção é gasto, basicamente, na montagem ou funcionamento das junções mecânicas.

Adesão é o elemento de junção mais empregado em cerâmicos sendo, geralmente, permanente e tem como fundamento a aderência entre camadas. O método mais tradicional de fixação de placas cerâmicas é a utilização de argamassa. Esse método, ilustrado na Figura 3, é constituído pela aplicação da base, chapisco (é necessário para promover a aderência do emboço, evitando que o mesmo se solte e deve ser a camada mais fina possível), emboço (é a camada de regularização da superfície, não devendo ser superior a 2 cm, com massa grossa) e acabamento (revestimento decorativo como textura, argamassa decorativa, cerâmicas ou pintura com argamassa colante (constituída por cimento, agregados minerais, aditivos orgânicos e água).e as placas cerâmicas (as cerâmicas são aplicados sobre o emboço ou reboco).

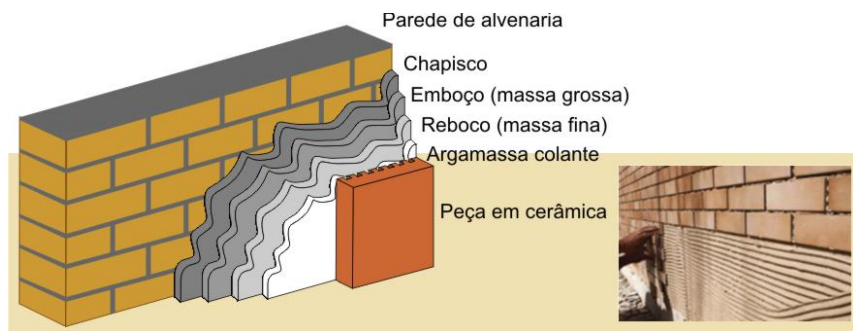


Figura 16 – Simulação do método tradicional de fixação de cerâmicas.

As propriedades dos materiais cerâmicos relacionadas à expansão por umidade e expansão térmica podem resultar em patologias como a perda de aderência (descolamento) e gretamento (fissuras), por atuarem na variação dimensional, influenciando na durabilidade dos revestimentos cerâmicos se não forem utilizadas as técnicas adequadas de assentamento. É importante salientar que as peças com o planejamento, produção, tecnologia e técnicas adequadas de assentamento (conforme as normas) não descolam.

A cerâmica extrudada possibilita, ainda, a fabricação de peças com grandes dimensões. A extrusão pode proporcionar a utilização de outro método de fixação, para economizar argamassa, o encaixe<sup>8</sup>. Os encaixes funcionam como juntas do sistema ósseo (articulações do esqueleto), sendo importante a sua qualidade, devido a responsabilidade pela união das partes. Para peças extrudadas sugere-se o uso de encaixes como: o de espiga e forquilha, embutindo uma peça com saliência em uma reentrância da outra, ou encaixes simples e dentados. Na Figura 17 foram simulados esses modos de encaixes simples que podem ser feitos em cerâmica extrudada, através de ilustração.

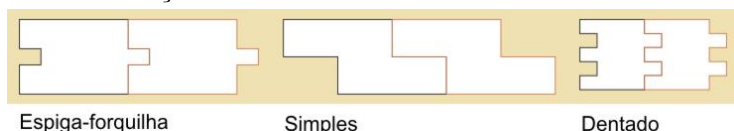


Figura 17 – Simulação dos sistemas de encaixes universais  
Inspirados na experiência em marcenaria.

As principais vantagens proporcionadas pela utilização de encaixes são: a possibilidade de modulação; agilidade na produção; facilidade de armazenamento e transporte; rapidez de montagem (instalação), minimização de erros e desperdício; proporcionar melhor acabamento, pelo aspecto visual de continuidade; minimizar a geração de resíduos; e melhorar o alinhamento das peças, conferindo melhor sustentação.

### 2.3.3 NOVA POSSIBILIDADE NA DECORAÇÃO E DE FACHADAS

O vazio da extrusão para aplicação em fachadas pode ser uma solução que contribui para a economia de energia e redução do risco de degradação precoce dos materiais evitando pontes térmicas e condensações, dotando a edificação de qualidade e conforto. Quanto a revitalização de fachadas e paredes, dentro dessa tendência, outra importante contribuição pode ser a possibilidade da aplicação para reformas de fachadas e paredes, cobrindo o revestimento antigo (que pode estar deteriorado pelo tempo ou por vandalismo) sem grandes e demoradas obras para a sua remoção ou restauração, não sendo, a edificação, um patrimônio histórico. Podendo ser utilizada na

---

<sup>8</sup> Os encaixes ilustrados são empregados no projeto de mobiliários (marcenaria).



reabilitação de edificações que apresentem problemas como, por exemplo, de isolamento térmico e acústico ou com fissuras.

Nesses estudos, do capítulo de fundamentação teórica, tem-se a base para a criação de novos produtos, isto é, a fase de preparação de toda a metodologia projetual. Assim, dá-se a relevância de uma proposta metodológica, tendo como requisitos principais o material e o processo, com ênfase no estudo da forma. Além disso, tendo o aspecto ambiental como questão intrínseca ao projeto, devido à alarmante situação ambiental vivida atualmente.

Nesse contexto, apresentam a possibilidade de se utilizar o espaço vazio, entre o elemento de suporte e o revestimento, para a passagem de instalações hidráulicas e elétricas. O afastamento adequado entre as paredes da peça pode permitir o alojamento das instalações.

Pode ser fabricado personalizado, conforme a necessidade da decoração já que, não existem padrões fixados, no Brasil.

A extrusão como processo que proporciona soluções inteligentes de aplicação adequada, com apelo estético e decorativo é, muitas vezes, mais uma arte do que uma ciência (RICHARESON, 1992, p.482). A especificação apropriada do material e do processo não diz respeito somente a fatores funcionais, estruturais e técnicos, mas, está ligada à aparência estético-formal do produto projetado. Os estudos realizados, os materiais cerâmicos apresentam possibilidades muito variadas de acabamentos, com tratamentos superficiais, texturas e pinturas (com vasta gama cromática), cabendo ressaltar que atualmente há recurso e tecnologia avançada para prever os resultados finais, podendo-se atingir formatos, cores e texturas cada vez mais diferenciadas e personalizadas.

O material cerâmico processado por extrusão permite a obtenção de formatos com grande apelo estético para aplicações em peças de uso aparente e decorativas. O objetivo da aplicação dos conceitos metodológicos de design, propostos no Capítulo 3, é dar um estilo contemporâneo a essa classe de produtos, conferindo forma, acabamento e cor adequados aos tempos atuais, conferindo-lhes um estilo duradouro.

### 2.3.4 EXTRUSÃO CERÂMICA E RELAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE

Como parte inerente à metodologia desenvolvida no presente estudo e ao projeto de produto, em questão, tem-se preocupação com os aspectos ambientais que envolvem os produtos cerâmicos

extrudados. Trata-se de entender o produto como um todo funcional e estético, compreendendo a interdependência do sistema-produto.

Foi preciso compreender quais as relações que os produtos cerâmicos processados por extrusão têm com o meio ambiente em que estão inseridos, já que todos os processos de design devem levar em conta, em sua essência, a preocupação com a sustentabilidade sócio-econômico-ambiental, ou orientar-se por critérios ecológicos (MANZINI, 2005, p.17). O fluxograma da Figura 18 ilustra as entradas (materiais e energia) e saídas (resíduos e emissão) para a análise de um produto cerâmico fabricado por extrusão, serve para analisar o processamento e para a avaliação do ciclo de vida desses produtos.

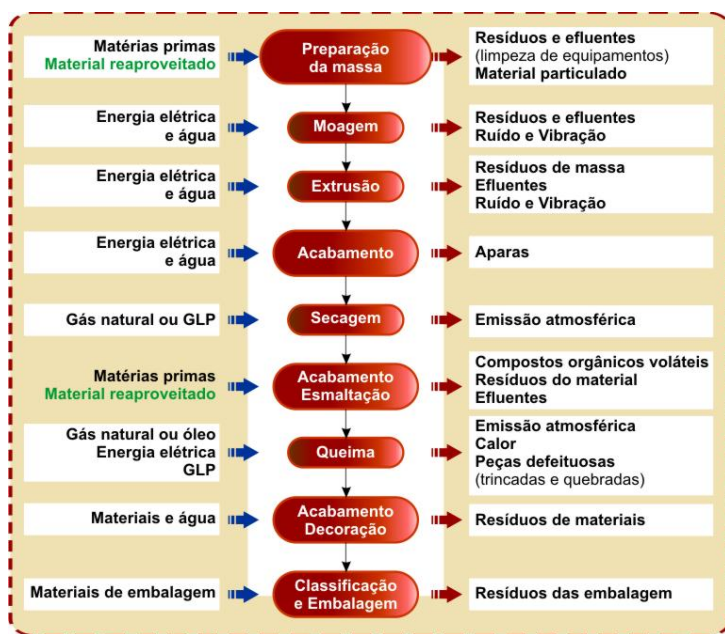
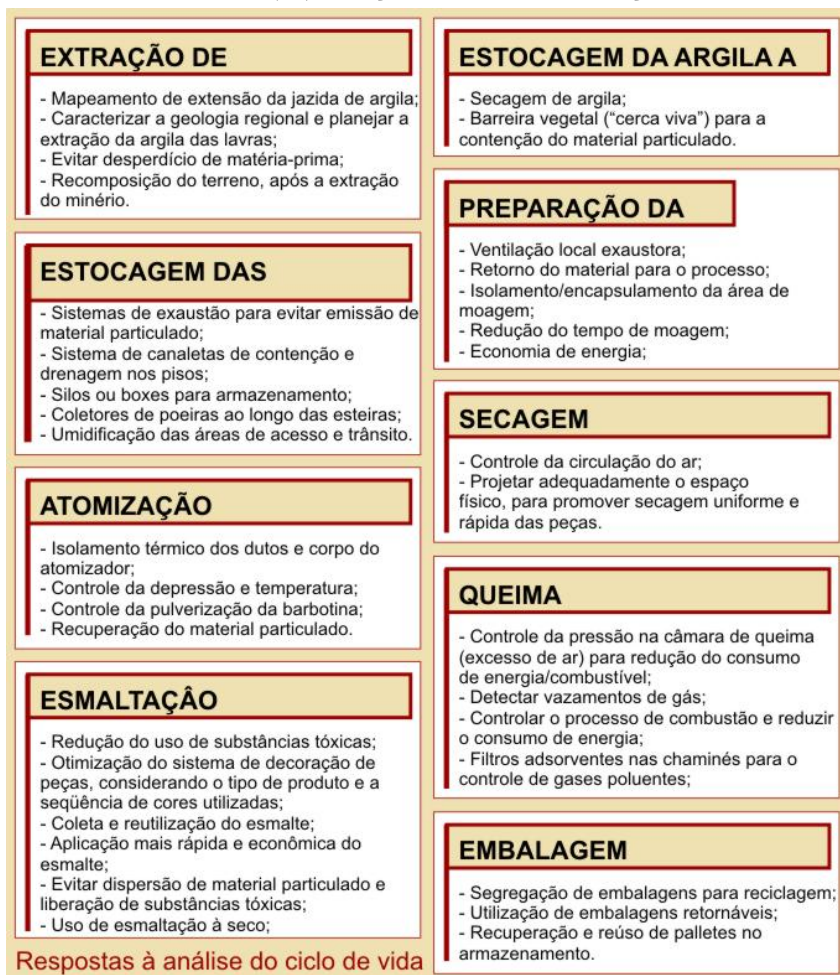


Figura 18 – Fluxograma de entradas e saídas do processo de extrusão.  
Adaptado de: Callister (2002, p. 531); Oliveira & Maganha (2006, p.29).

No fluxograma pode ser observado que os aspectos ambientais, que envolvem as operações durante o processamento dos materiais cerâmicos, estão associados a um tipo de impacto ambiental<sup>9</sup>,

<sup>9</sup>Segundo Oliveira e Maganha (2006, p.54) impacto ambiental pode ser definido como qualquer alteração nas propriedades físico-químicas ou biológicas do ambiente natural, devido qualquer forma de matéria ou energia gerada com a interferência humana.

discutindo as causas e efeitos entre o processamento cerâmico por extrusão e o meio ambiente, quanto à utilização de insumos e geração de resíduos ou emissões. O quadro 1, a seguir, sintetiza algumas sugestões para medidas de produção mais limpa na indústria cerâmica de extrusão, pois um problema ambiental deve levar a um tratamento da poluição que, por sua vez, pode gerar uma tecnologia limpa, produtos limpos e um consumo limpo (MANZINI, 2005). Trazendo sugestões para o uso racional da água; energia; tratamento de efluentes e resíduos; e, redução de ruídos e vibração.



Quadro 1 - Medidas para o processo de extrusão cerâmica sustentável.

Adaptado de: Oliveira & Maganha (2006, p.78).

Em uma visão sistêmica para o desenvolvimento do produto pode-se entender como um trabalho que envolve uma equipe multidisciplinar: Design, Engenharia, Ergonomia, Administração, Marketing, Qualidade, e o Meio Ambiente. Percebendo a relação do produto a ser projetado com o seu ambiente natural e social e procurando saber: de onde vêm as matérias-primas que a compõe; como será fabricado; como o seu uso afetará o meio ambiente natural e qual a relação do uso direto a sociedade. Ou seja, é uma visão sistêmica e ecológica sobre o produto. O ciclo de materiais, ilustrado na Figura 19, é um dos campos de interface entre os conhecimentos das áreas de Design e Engenharia no que diz respeito à análise do ciclo de vida de produtos.

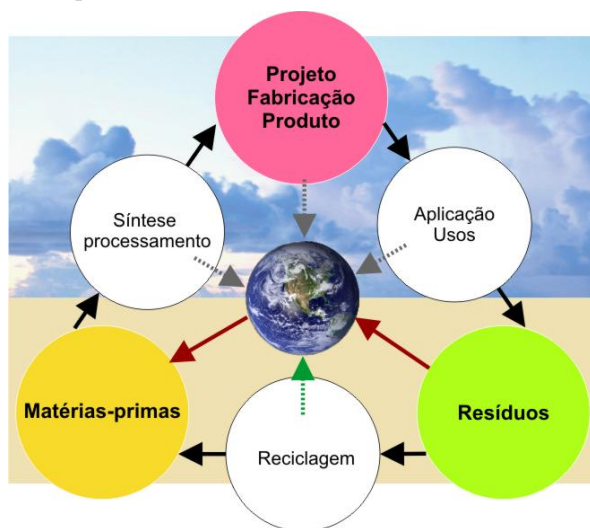


Figura 19 – Ciclo de materiais, interface entre Design e Engenharia.  
Adaptado de: Callister (2002, p.530).

A determinação dos materiais cerâmicos para a fabricação de produtos extrudados é crucial devido as suas características que conferem durabilidade (exigindo pequena ou nenhuma manutenção) e economia de energia em função do produto instalado. O que compensa o fato da extração da matéria-prima e processamento ser impactantes ao meio ambiente e sua biodiversidade.

## 2.4 PRODUTOS EXISTENTES NO MERCADO

O setor de cerâmica estrutural compreende materiais e produtos com coloração avermelhada cujo principal emprego se dá na

construção civil (tijolos, blocos, telhas, elementos vazados, lajes, tubos e argilas expandidas), utensílios de uso doméstico e artefatos de decoração, detalhados na Figura 20, sendo um segmento formado pelas olarias e fábricas de louças.



Figura 20 – Setor de cerâmica estrutural e mercado brasileiro.  
 Adaptado de: Ferraz *et al.* (2007).

A compreensão do sistema produtivo atual é essencial para a seleção de produtos com novas aplicações, que devem adequar-se a viabilidade tecnológica e a capacidade instalada de cada empresa.

Os Arranjos Produtivos Locais (APLs) produtores de cerâmica estrutural, ou seja, as concentrações industriais produtoras de blocos cerâmicos de vedação, blocos cerâmicos estruturais, lajetas, telhas e pisos, foram objeto de análise do mercado com o objetivo de comprovar o nicho existente no setor de extrusão cerâmica. Para isso utilizou-se como base o estudo da Federação das Indústrias de São Paulo (FIESP) feito em parceria com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), em 2007 (FERRAZ *et al.* 2007), que foi gentilmente cedido para pesquisa neste estudo. O referido relatório serviu como fonte de pesquisa de produtos existentes no mercado, construindo um novo horizonte de possibilidades e estímulos para os empresários do setor. Uma síntese dos produtos existentes no mercado pode ser vista a seguir, a qual permitiu realizar uma análise do mercado.

#### 2.4.1 PRODUTOS EXTRUDADOS

A pesquisa de mercado foi categorizada em produtos existentes em cerâmica estrutural fabricados no Brasil e no exterior (inspirada na pesquisa de mercado da empresa Target Marketing – FERRAZ *et al.* 2007). O estudo da FIESP dá algumas indicações de diretrizes para a inovação, com a compreensão do estado atual do problema, demonstrado que a maioria dos produtos existentes no mercado caracterizando os usos, problemas e ameaças. Foram catalogados mais de 70 produtos produzidos no Brasil e exterior, o que indicou as possibilidades para novos produtos para a produção em cerâmica voltados para a construção civil, bastando aprofundar aspectos

técnico-produtivos já que as indicações para o processo de extrusão são pouco exploradas. A pesquisa de mercado foi adaptada em quadros esquemáticos, da Figura 21 a 32, que descrevem os produtos encontrados no mercado.

Os esquemáticos nas Figuras 26 até a 32 sintetizam os produtos encontrados no mercado externo e servem como base para a criação de novos produtos que podem ser adaptados às necessidades brasileiras e às capacidades produtivas das indústrias do país, pelo alto valor agregado, incorporando apelo estético.

**ELEMENTOS VAZADOS: diagonais e retos**

**DESCRIÇÃO TÉCNICA DA PEÇA**  
 Elemento cerâmico produzido por extrusão, cuja utilização em vedações permite fechamento de superfícies, possibilitando ventilação permanente de ambientes e insolação controlada. Apresentam importante variedade de formatos, viabilizados pelo processo de extrusão, no qual o uso de boquilhas gera desenhos diversos.

**APARÊNCIA**  
Rústica.

**APLICAÇÃO**  
Assentado com argamassa.

**VALOR AGREGADO**  
Médio.



**PEÇA:** placas para fachada ventilada  
**DIMENSÕES (cm)** 18X18X07



<b>VANTAGENS</b>	Fácil fabricação e aplicação, leveza, durabilidade e preço, além de funcionarem como brises e como elementos decorativos.
<b>DESVANTAGENS</b>	Defeitos, rebarbas e aspecto grosseiro. Entretanto, o maior problema é a desatualização de design.
<b>CONCORRENTES</b>	Elementos vazados de concreto.

**PRODUTOS ENCONTRADOS NO BRASIL**

Figura 21 – Elementos vazados: diagonais e retos.  
 Adaptado de: Ferraz *et al.* (2007).



**BLOCOS: peças para lajes**

**DESCRIÇÃO TÉCNICA DA PEÇA**  
Elemento cerâmico produzido por extrusão.

**USO**  
Lajes de piso e cobertura. Aumentando da inércia térmica de coberturas; utilização (com adaptações) como piso elevado.



**PEÇA:** blocos para laje  
**DIMENSÕES (cm)** altura X largura: 5,5x25; 7x30; 10x30; 12x30; 16x30





**APARÊNCIA**  
Rústica.

**APLICAÇÃO**  
Assentado sobre vigotas pré-fabricadas de concreto.

**VALOR AGREGADO**  
Geralmente baixo.

<b>VANTAGENS</b>	Leveza, bom desempenho térmico, custo baixo, redução do tempo de execução de lajes.
<b>DESVANTAGENS</b>	Peças quebradas, trincadas, tortas com problemas de queima e variabilidade dimensional.
<b>CONCORRENTES</b>	Predomínio da chamada laje batida, com menor custo, preconceito de técnicos e utilização de isopor nas lajes.

**PRODUTOS ENCONTRADOS NO BRASIL**

Figura 22 – Blocos: peças para lajes.  
Adaptado de: Ferraz *et al.* (2007).

**BLOCOS: blocos de vedação**

**DESCRIÇÃO TÉCNICA DA PEÇA**  
Elemento cerâmico produzido por extrusão.

**DIMENSÕES (cm)**  
larguras: 9/ 11,5/ 14/ 19/ 24; alturas: 9/ 11,5/ 14/ 19/ 24  
larguras: 19/ 24/ 29/39

**USO**  
Fechamento de pisos e divisórias na construção civil. Alguns construtores usam estes blocos para a fabricação de lajes e para aumentar o isolamento termo-acústico de coberturas planas. É necessário destacar a possibilidade de ofertar blocos de maiores dimensões para agilizar a execução de alvenaria de vedação nas obras civis.









**APARÊNCIA**  
Quase sempre rústica.

**APLICAÇÃO**  
Assentado com argamassa, algumas vezes com barras de aço.

**VALOR AGREGADO**  
Geralmente baixo.

<b>VANTAGENS</b>	Fácil fabricação, é mais leve que o bloco de concreto, tem bom desempenho termo-acústico, preço baixo e modularidade.
<b>DESVANTAGENS</b>	Quebra no transporte, problemas de acabamento, irregularidade e assimetria, variabilidade dimensões e problemas de queima.
<b>CONCORRENTES</b>	Bloco de concreto, sistemas industrializados e grandes painéis.

**PRODUTOS ENCONTRADOS NO BRASIL**

Figura 23 – Blocos de vedação.  
Adaptado de: Ferraz *et al.* (2007).

**BLOCOS: bloco estrutural**

**DESCRIÇÃO TÉCNICA DA PEÇA**  
Elemento cerâmico obtido através de extrusão.

**APARÊNCIA**  
Existem algumas marcas com produtos consagrados, que podem ser usados em alvenaria aparente.

**DIMENSÕES (cm)**  
Larguras: 11,5 ou 14 ou 19.  
Alturas: 11,5 ou 19.  
Comprimentos: 24 ou 29 ou 39.

**USO**  
Alvenarias portantes.

**APLICAÇÃO**  
Assentado com argamassa, algumas vezes com barras de aço.

**VALOR AGREGADO**  
Médio.




<b>VANTAGENS</b>	Economia com a estrutura, é mais leve que o bloco de concreto, tem bom desempenho térmico e racionaliza a construção.
<b>DESVANTAGENS</b>	Problemas de acabamento e variabilidade dimensional.
<b>CONCORRENTES</b>	Bloco de concreto e sistemas industrializados e os grandes painéis.

**PRODUTOS ENCONTRADOS NO BRASIL**

Figura 24 – Blocos estruturais.  
Adaptado de: Ferraz *et al.* (2007).

**REVESTIMENTO: piso cerâmico não esmaltado**

**DESCRIÇÃO TÉCNICA DA PEÇA**  
Elemento cerâmico produzido por extrusão.

**USO**  
Revestimento de pisos.

**APARÊNCIA**  
Rústica.

**APLICAÇÃO**  
Assentado com argamassa.

**VALOR AGREGADO**  
Médio.





**PEÇA:** Piso cerâmico não esmaltado - Piso rústico  
**DIMENSÕES** diversas, de acordo com os fabricantes.

<b>VANTAGENS</b>	Facilidade de fabricação e aplicação, preço baixo e apelo estético.
<b>DESVANTAGENS</b>	Resistência à abrasão menor que nos pisos esmaltados, causando perda das características visuais em tempo mais curto.
<b>CONCORRENTES</b>	Pisos esmaltados, pisos de madeira e pedras.

**PRODUTOS ENCONTRADOS NO BRASIL**

Figura 25 – Revestimento: piso cerâmico não esmaltado.  
Adaptado de: Ferraz *et al.* (2007).



**SISTEMAS DE FACHADAS CERÂMICAS**

**DESCRIÇÃO TÉCNICA DA PEÇA**  
Elemento cerâmico extrudado, com texturas e perfil preparado para encaixes em perfis metálicos.

**USO**  
Montagem de fachadas ventiladas

**PEÇA:** elemento vazado

**DIMENSÕES (cm)** 145X50X04 e 80X50X03

**Produtor Referência:** Alemanha e Itália











**APARÊNCIA**  
Sofisticado e de alta tecnologia.

**APLICAÇÃO**  
Encaixes em perfis metálicos, chumbados ou parafusados na parede.

**VALOR AGREGADO**  
Alto.

<b>VANTAGENS</b>	Facilidade e agilidade na montagem (devido a sua grande dimensão), racionalização da obra, bom desempenho térmico.
<b>DESVANTAGENS</b>	Requer mão de obra qualificada, controle de qualidade e resistência e dimensões, testes de resistência ao vento.
<b>CONCORRENTES</b>	Elementos vazados de concreto.

PRODUTOS ENCONTRADOS NO EXTERIOR

Figura 26 – Sistema de fachadas cerâmicas: ventiladas.  
Adaptado de: Ferraz *et al.* (2007).

**SISTEMAS DE FACHADAS CERÂMICAS**

**TARRART BAGUETE**

**DESCRIÇÃO TÉCNICA DA PEÇA**  
Elemento cerâmico extrudado, com seção retangular encaixável em peças metálicas.

**PEÇA:** Baguete cerâmica

**DIMENSÕES (cm)** 4X4 ou 5X5 (seção transversal)

**Produtor Referência:** NBK Keramik GmbH & Co, Alemanha









**USO**  
Montagem de fachadas ventiladas e proteção solar.

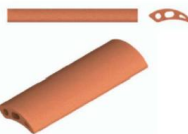
**ACEITAÇÃO PELO MERCADO**  
Abriria novas frentes de mercado, modernizaria a imagem dos produtos cerâmicos com um produto de alto valor agregado e inovador. Serviria também como decoração.

PRODUTOS ENCONTRADOS NO EXTERIOR

Figura 27 – Sistema de fachadas cerâmicas: Tarrart Baguete.  
Adaptado de: Ferraz *et al.* (2007).

**SISTEMAS DE FACHADAS CERÂMICAS****ALPHATON LAMELLA****DESCRIÇÃO TÉCNICA DA PEÇA**

Elementos cerâmicos para fachadas que podem ser colocados vertical ou horizontalmente servindo para sombreamento (brises).

**APARÊNCIA**

Contemporânea e sofisticada.

**APLICAÇÃO**

Presos em estruturas metálicas que podem inclusive ser basculantes para movimentação de acordo com a movimentação solar (brise).

**VALOR AGREGADO**

Alto.

**USO**

Revestimento de fachadas e proteção solar.

**PEÇA:** Baguetes cerâmicas achatadas

**DIMENSÕES** (cm) 4X4 ou

5X5 (seção transversal)

**Produtor Referência:** Alemanha.

**ACEITAÇÃO PELO MERCADO**

Diversificação do mercado de elementos cerâmicos com uma solução construtiva inteligente e de alto valor agregado.

**PRODUTOS ENCONTRADOS NO EXTERIOR**

Figura 28 – Sistema de fachadas cerâmicas: Alphon Lamella.

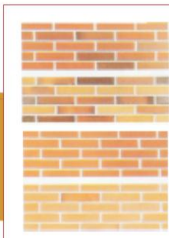
Adaptado de: Ferraz *et al.* (2007).

**TIJOLO APARENTE****DESCRIÇÃO TÉCNICA DA PEÇA**

Tijolos com pequenos furos distribuídos, obtidos pelo processo de extrusão.

**PEÇA:** Tijolo maciço para vedação, tipo aparente.

**DIMENSÕES** (cm) 21 X 10 X 5.

**APARÊNCIA**

Tradicional e sofisticado.

**APLICAÇÃO**

Assentamento sobre argamassa.

**VALOR AGREGADO**

Alto.

**USO**

Alvenaria aparente.

**VANTAGENS**

Boa resistência, bom desempenho acústico e térmico.

**DESVANTAGENS**

O processo de montagem da alvenaria é um pouco mais lento.

**CONCORRENTES**

Blocos de concreto e outro tipos de blocos cerâmicos.

**PRODUTOS ENCONTRADOS NO EXTERIOR**

Figura 29 – Tijolo aparente.

Adaptado de: Ferraz *et al.* (2007).

**BLOCOS DE VEDAÇÃO: esmaltados**

**DESCRIÇÃO TÉCNICA DA PEÇA**  
Produto cerâmico obtido por extrusão com acabamento esmaltado.

**USO**  
Fechamento de alvenarias e divisórias na construção civil.

**APARÊNCIA**  
Contemporânea.

**APLICAÇÃO**  
Assentamento com argamassa.

**VALOR AGREGADO**  
Alto.

**PEÇA:** Blocos cerâmicos de vedação coloridos esmaltados.  
**DIMENSÕES (cm)**  
iguais aos blocos tradicionais.



<b>VANTAGENS</b>	Ganho de tempo na execução de fachadas e acabamentos cerâmicos, pois dispensa acabamento superficial, já é esmaltado e na cor escolhida.
<b>DESVANTAGENS</b>	Aumento da complexidade no processo de fabricação, já que deve haver o acordo massa e esmalte para evitar gretamento, pela diferença de contração.
<b>CONCORRENTES</b>	Alvenaria tradicional, competindo com o custo baixo do posterior acabamento.
<b>SOLUÇÕES</b>	A esmaltação pode ser feita apenas em uma das faces da peça, na que ficará aparente na aplicação.
<b>ACEITAÇÃO PELO MERCADO</b>	Ainda não foi aplicado no mercado nacional, por isso não é possível prever a aceitação no mercado.

#### PRODUTOS ENCONTRADOS NO EXTERIOR

Figura 30 – Blocos de vedação: esmaltados.  
Adaptado de: Ferraz *et al.* (2007).

**SISTEMA DE ALVENARIA PORTANTE:**  
**Briques e Monolithes**

**DESCRIÇÃO TÉCNICA DA PEÇA**  
Produto cerâmico extrudado de grande dimensão.

**USO**  
Construção de alvenaria portante estrutural.

**APARÊNCIA**  
Sofisticado de alta tecnologia.

**APLICAÇÃO**  
Assentamento com argamassa.

**VALOR AGREGADO**  
Médio à alto.

**PEÇA:** Painéis monolíticos para alvenaria portante.  
**DIMENSÕES (cm)** 280 X 60 X 20.  
**ProdutorReferência:** França



<b>VANTAGENS</b>	Velocidade e racionalização da obra e excelente desempenho térmico.
------------------	---

#### PRODUTOS ENCONTRADOS NO EXTERIOR

Figura 31 – Briques e Monolithes.  
Adaptado de: Ferraz *et al.* (2007).

<b>BLOCO DE VEDAÇÃO: Termoarcilla</b>	
<p><b>DESCRIÇÃO TÉCNICA DA PEÇA</b> Elemento cerâmico extrudado com texturas e encaixe.</p> <p><b>USO</b> Construção de alvenarias de vedação.</p>	<p><b>APARÊNCIA</b> Rústica.</p> <p><b>APLICAÇÃO</b> Encaixado uns aos outros verticalmente, com uso de argamassa em rolo na superfície horizontal.</p> <p><b>VALOR AGREGADO</b> Médio à alto.</p>
	
<p><b>PEÇA:</b> Bloco de vedação.  <b>DIMENSÕES (cm)</b> 30x19x (14,4 ou 19,2 ou 24 ou 28,8).  <b>Produtor Referência:</b> Espanha.</p>	
<b>VANTAGENS</b>	Facilidade de montagem, economia de argamassa, bom desempenho térmico.
<b>SOLUÇÕES</b>	Poucas mudanças seriam necessárias, pois algumas empresas no Brasil produzem produtos com qualidade similar.
<b>PRODUTOS ENCONTRADOS NO EXTERIOR</b>	

Figura 32 – Blocos de vedação: Termoarcilla.  
Adaptado de: Ferraz *et al.* (2007).

## 2.4.2 ANÁLISE DO MERCADO

O cenário da cerâmica estrutural para a construção civil mostra-se, nos últimos anos, desfavorável. Salvo exceções, a realidade aponta para uma competição fervorosa de produtores entre si por vendas de produtos com pouca variedade e baixo valor agregado. Esse tipo de competição reduz os preços de venda, a qualidade e provoca a estagnação de investimentos, induzindo a impressão de subestimação do setor, quando, pelo contrário, ele pode representar um importante papel na construção civil que, no cenário econômico brasileiro atual, tem um crescimento vertiginoso.

Essa aparente fragilidade no setor pode ser entendida como de ordem cultural e não técnica, devido:

- à acomodação que impede a busca por novos produtos. A construção civil tem parcela de responsabilidade na acomodação inovadora das empresas por ser receptiva às novidades, porém sua aplicação é muito morosa.
- ao preconceito velado em relação à cerâmica estrutural vindo dos próprios produtores, pois há a cultura de que blocos e lajes existem para serem “escondidos” e não mostrados, o que inibe os investimentos em qualidade de acabamento superficial, precisão dimensional e no processo.



Dentre as ações de competitividade está a capacidade de atualização, inovação e rapidez de adequação às mudanças. Quando as empresas de pequeno porte se engajam nos APLs, saem do isolamento, elas acessam os sistemas de produção atuais que facilitam a inovação em produtos e processos, formando APLs inovadores, processo que pode ser chamado de pós-maturidade do setor.

Constatou-se que a maioria das empresas do setor necessita de reestruturação produtiva, frente os avanços tecnológicos, que colocam em xeque a sobrevivência de seus pólos locais, visto que as pequenas empresas não contam com escala de produção, nem diversidade de produtos, implicando em baixas margens de lucro em produtos sem diferencial ou valor agregado. Com isso, somente as grandes empresas buscam incrementar a produção com investimentos na qualidade e expansão mercadológica.

Quanto ao maquinário e equipamentos, a atenção pode ser redobrada, para que estejam de acordo com a produção. As marombas (extrusoras) constituem no principal equipamento utilizado pelas indústrias de cerâmica estrutural. O ideal é uma relação coerente entre potência das marombas e quantidade de argila processada, mas na prática isso não é constatado, na maioria dos casos. As empresas possuem equipamentos de maior potência que o necessário. O objetivo seria aproveitar a capacidade instalada dessas empresas.

A seleção criteriosa de produtos é essencial para um crescimento sustentável das indústrias de cerâmica estrutural. As empresas buscam por novos produtos que poderiam ser fabricados em cerâmica, mas que hoje são encontrados somente em outros materiais. Para isso, é necessário compreender os desejos do mercado, buscando atendê-lo de acordo com a capacidade instalada das indústrias locais, de modo a expandir o uso dos seus elementos, aumentando a penetração do material no mercado.

Com o investimento em design pelo setor, mudanças na mentalidade e buscas por inovação dos produtos de cerâmica estrutural, os ceramistas poderiam revisar os conceitos sobre seus produtos, suprimindo a carência de diversidade e a estagnação do setor. A criação de novos produtos e aplicações em decoração de ambientes reduz a concorrência predatória, pois as indústrias poderiam investir em linhas de produtos que se complementem.

A cerâmica estrutural é, normalmente, uma atividade de vulto de seus municípios devido à importância na geração de renda e empregos, sendo a principal atividade industrial nessas regiões. Por isso, há grande espaço para experimentação e introdução de projetos

inovadores. A proposta metodológica, apresentada no Capítulo 3, tem por objetivo explorar o potencial produtivo favorável à fabricação de produtos diferenciados, mas é preciso viabilizar a oportunidade mercadológica, introduzindo novos conceitos de produtos.





### Capítulo 3

## METODOLOGIA DE DESIGN

Este Capítulo apresenta a proposta metodológica e descreve a fase de preparação, que complementa a revisão da literatura, porém agora, com análise mais específica dos requisitos que viabilizam o estudo da forma. Nesse sentido, descreve a metodologia desenvolvida, para a geração de novas aplicações, através de produtos industriais, no processo de extrusão cerâmica, bem como, a descrição das fases e etapas para a aplicação da proposta metodológica que proporcionaram a obtenção dos resultados. Para tanto, se fez necessário o conhecimento dos aspectos relacionados aos produtos a serem desenvolvidos: aspectos formais em produtos industriais (*gestalt*, *pregnância* da forma, princípio do efeito de texturas, ergonomia cognitiva e usabilidade); e o estudo de tendências que influenciam as correntes e movimentos do design de interiores.

Antes de tudo é preciso definir o termo design. Existem inúmeras correntes e movimento de design que são influenciados por tendência do comportamento humano, algumas um pouco difusas que disseminam o uso do termo design pelo mundo. A origem etimológica da palavra está no verbo “*designare*” (“*designo*”) significa *desenhar*. Entende-se que o que está determinado está fixo, por isso o design pode ser entendido como a atividade que transforma o que é vago em algo determinado, progressivamente. O design, enquanto “*designtio*”, pode ser compreendido de maneira geral e abstrata como determinação por meio de apresentação. Boom em 1994 definiu (*apud* BÜRDEK, 2006, p.13) design como a “ciência da determinação”.

Bürdek (2006, p.13) refere-se a Leonardo da Vinci como sendo considerado “o primeiro designer”, pois, em paralelo com os estudos sobre anatomia, óptica e mecânica, é tido como o precursor do conhecimento de máquinas e do uso do desenho, também nas artes, como executor da sua existência. Dessa forma, houve uma representação que influenciou de forma decisiva o design: o designer como “criador” e “inventor”.

Löbach (2001) afirma que design é projeto, plano através de esboço, desenho, croqui, da construção, configuração ou modelo do produto. Assim, deduz que design é um conceito (projetual) para

solução de um problema. Trata-se de tornar visível a solução do problema, por intermédio da linguagem visual (desenho). Isto é, o conceito geral de design compreende a concretização de um conceito na forma de projeto, mediante a construção e configuração, resultando em um produto industrial viável. Tal configuração pode ser entendida como a materialização da oportunidade mercadológica. O design trata do processo de adaptação dos produtos às necessidades do usuário.

O termo “design” diz respeito ao conjunto de atividades projetuais que compreendem desde o projeto territorial, também o projeto gráfico, passando ainda pelo projeto de arquitetura até os bens de consumo (MANZINI, 2005 p.18). E, conforme Müssnich (2004) o design é uma atividade especializada de caráter técnico-científico, criativo e artístico, com vistas à concepção e desenvolvimento de projetos de objetos e mensagens visuais que equacionam, sistematicamente, dados ergonômicos, tecnológicos, econômicos, sociais, culturais e estéticos que atendam, concretamente, às necessidades humanas.

### **3.1 O PAPEL DA METODOLOGIA NO PROCESSO DE DESIGN**

O método projetual tem um papel fundamental no processo de design no sentido de nortear ou orientar as práticas projetuais, partindo, sempre, do pressuposto de que os métodos se adaptam a cada projeto a ser desenvolvido, dependendo de suas especificidades. As metodologias servem para despertar a sensibilidade e indicar onde observar, pesquisar e estudar, explorando os pensamentos, e, segundo Costa & Rosa (2008, p.162, *et seq.*) há os seguintes tipos de pensamentos:

Cognitivo – compreende a apreensão de informações, conhecimentos e descobertas;

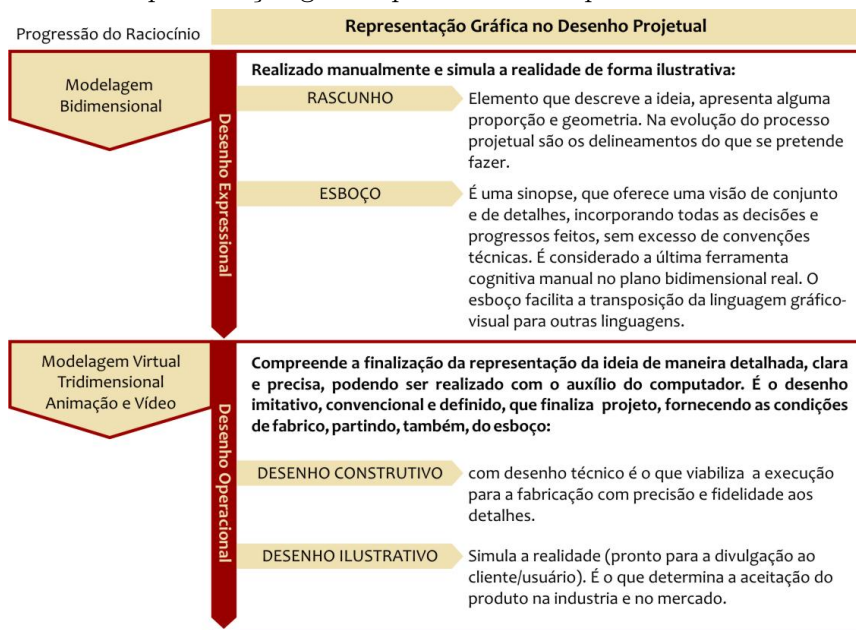
Relativo – trata da memorização daquilo que foi simulado. Segundo os três tipos de memorização existentes: a física (que se dá pela repetição), a memória declarativa (obtida pelas explicações) e a memória sensitiva (que vem das situações vivenciadas);

Julgativo – usado na avaliação da adequação, da qualidade e das funções dos artefatos, objetos ou produtos; e

Produtivo – que ocorre em dois momentos: na criação de produtos convergentes, a partir de dados já concebidos, retidos e julgados, procurando produzir o que é preestabelecido, convencional e comum; e na criação de produtos divergentes, aqueles não estabelecidos, não convencional, incomum. Os resultados do

pensamento produtivo podem ser a ilusão, a inversão e a inovação materializada, sendo, neste último, aonde encaixa o produto de design.

O processo projetual envolve a intuição e a imaginação, sendo eles elementos palpáveis para a construção do conhecimento. O ato de projetar em design está ligado à representação da forma, no plano em suas diferentes linguagens e meios de representação gráfica, ou seja, o processo criativo não existe sem representação das ideias, pois se representa de maneira visual (em seus diferentes níveis), incluindo a representação tridimensional (também considerada uma forma de desenho-esboço), para avaliá-las e aprimorá-las. O processo projetual se dá a partir de representações visuais obtidas por meio de uma série de tentativas e erros que são percebidos quando representados graficamente ou simulados virtualmente. O Quadro 2 sintetiza os níveis de representação gráfica para maior compreensão.



Quadro 2 – Níveis de representação gráfica.

Adaptado de: Medeiros (2001).

Todos os níveis de representação gráfica são necessários por servirem como ferramentas cognitivas, pois a representação do produto (desde o rascunho) ajuda a pensar, permitindo a identificação e a recuperação de informações que podem ser úteis em toda e qualquer possível solução projetual. “A representação gráfica,

como essência projetual, permite que os designers controlem, ao mesmo tempo, diferentes níveis de abstração, auxiliando no conceito global de um produto e nos detalhes de sua criação” (*idem*).

A representação gráfica e a simulação virtual são ferramentas de “desenho projetual” (Gomes, 1996), que compreende os desenhos de ambientes, artefatos e de comunicação, para o desenvolvimento de projetos de produtos industriais.

Além das capacidades e habilidades necessárias para a aptidão e autonomia do designer para projetar produtos inovadores, podem ser destacados dois aspectos passíveis de constante estudo: “com o quê fazer” e “como fazer”, que dizem respeito à viabilidade de produção, colocando em prática o binômio design e engenharia para alargar o repertório de conhecimentos dos profissionais de ambas as áreas. Enfatiza-se a importância da informação técnica e pesquisas adequadas. Rodrigues & Rosa (2007) afirmam que erros comuns na fabricação de produtos vinculam-se à falta de experiência e conhecimentos técnicos dos materiais e processos de fabricação de produtos. Assim, vale explorar, não somente os materiais mais adequados à fabricação de determinado produto, mas, também, a problemática ambiental, enquanto preocupação intrínseca ao processo de design.

Quando um projeto envolve material cerâmico o aspecto principal nesse sentido é a durabilidade vista como qualidade ecológica. Para tornar o processo de produção eficiente é necessário utilizar metodologia de projeto que se adapte ao tipo de projeto em questão, processamento cerâmico por extrusão, que toma como ponto de partida o material e o processamento.

### **3.2 PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS CERÂMICOS EXTRUDADOS**

Nascimento (2006) acredita que grande parte da dificuldade em produzir algo inédito ou representativo da cultura brasileira reside na própria metodologia empregada, em especial nas etapas iniciais. Os temas brasilidade e inovação em cerâmicos têm sido recorrentes em muitas discussões sobre design. Esta metodologia congrega os temas, relacionando-os entre si de modo a produzir um resultado coerente.

As etapas de formulação dos critérios do produto, pesquisa e análise dos produtos existentes no mercado, pesquisa de materiais cerâmicos e processos de extrusão, bem como a análise da relação

com o meio ambiente foram contemplados pelos capítulos de introdução e fundamentação teórica.

Ashby & Johnson (2006, p.124) distinguem os estudos para resolução de problemas por dois processos de raciocínio: dedutivo e indutivo, sendo a base para a seleção de materiais, em projetos de produtos, através de análise, síntese, similaridade e inspiração. A seleção envolve a conversão das constantes de entrada, requisitos do projeto, em uma lista (viável) de materiais e processos (quadro 8).



Quadro 3 – Métodos de seleção.

Adaptado de: Ashby & Johnson (*idem*).

Na seleção por análise, com raciocínio por dedução: usam-se entradas especificadas precisamente e consolidadas metodologias de projeto da engenharia, extraindo da base de dados de materiais e outros atributos. Na seleção por síntese, com raciocínio indutivo, extrai-se de experiências passadas, recuperadas procurando as semelhanças entre as características desejadas, intenções, percepção ou estética e as soluções de projetos documentadas, armazenadas na base de dados de estudo de caso de produtos. A seleção através de similaridade se faz procurando materiais com os atributos selecionados, que correspondem aqueles dos materiais existentes evidenciados para o projeto. E, a seleção por inspiração se dá procurando alternativas aleatórias, observando imagens dos produtos ou de materiais (visitando lojas, observando produtos e seus materiais), até que sejam encontradas soluções sugestivas.

Van Kesteren *et al* (2007) trata dos métodos de seleção de materiais relacionando-os as interação produto-usuário. O mapeamento, de propriedades, utiliza os atributos da engenharia de materiais, sendo, o método empírico, adequado para trabalhar os processos. Mas, para produtos faz-se necessário algo mais abstrato. Para que o processo criativo fosse potencializado, procurou-se aprofundar a investigação sobre os aspectos formais em produtos industriais, estudando as tendências referentes às necessidades de uso e aceitação para o setor de decoração e a associação de ideias. A estrutura de informação para projetos de produtos, Figura 35,

proposta por Ashby & Johnson (2006), gera novas formas de selecionar materiais através de analogias e pesquisas, às quais retornar-se, ao final da metodologia, especificando as matérias-primas.

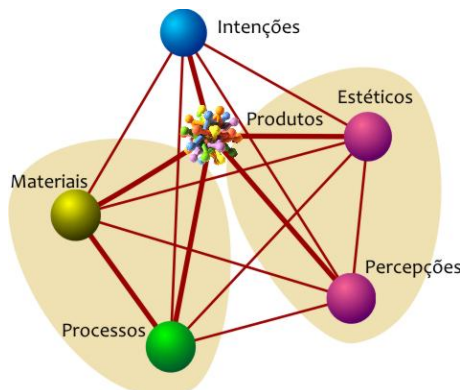
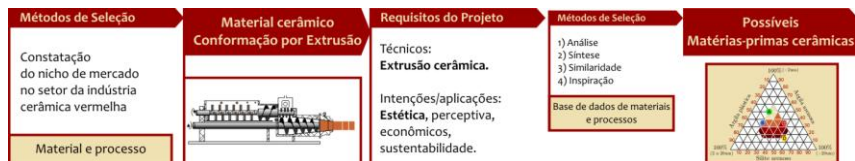


Figura 34 – Relação de interdependência entre as fases da metodologia.  
Adaptado de: Ashby & Johnson (2006, p.121).

Em síntese Ashby & Johnson (2006) mencionam que, soluções criativas para problemas de design podem ser alcançadas de diversas maneiras. Uma abordagem flexível é uma possibilidade para a criatividade. Os requisitos essenciais compreendem uma estrutura de informação que referencia as intenções, materiais, processos, estética e percepções inerentes ao produto projetado. Os métodos de seleção podem abordar tanto as regras e requisitos de projeto, formulados precisamente, como as características especificadas imprecisamente, podendo incluir a técnica, a estética e as dimensões percebidas (MARAR, 2006).

O design enquanto atividade projetual, de caráter científico e criativo, pode equacionar, sistematicamente, os conhecimentos que envolvem os aspectos de engenharia e design, influenciando a criação de produtos cerâmicos, em uma metodologia do processo de design. Os requisitos da metodologia, proposta nesta dissertação, partem do uso do material cerâmico processado por extrusão, fazendo o caminho inverso da seleção de materiais, com investigação acerca do material e do processo como requisitos de desenho (formato) dos produtos. Obtendo o seguinte Quadro, 9, do método de seleção inverso, inspirado em Pedgley, (2009, p.12).



Quadro 4 – Material e processo como requisitos de projeto.

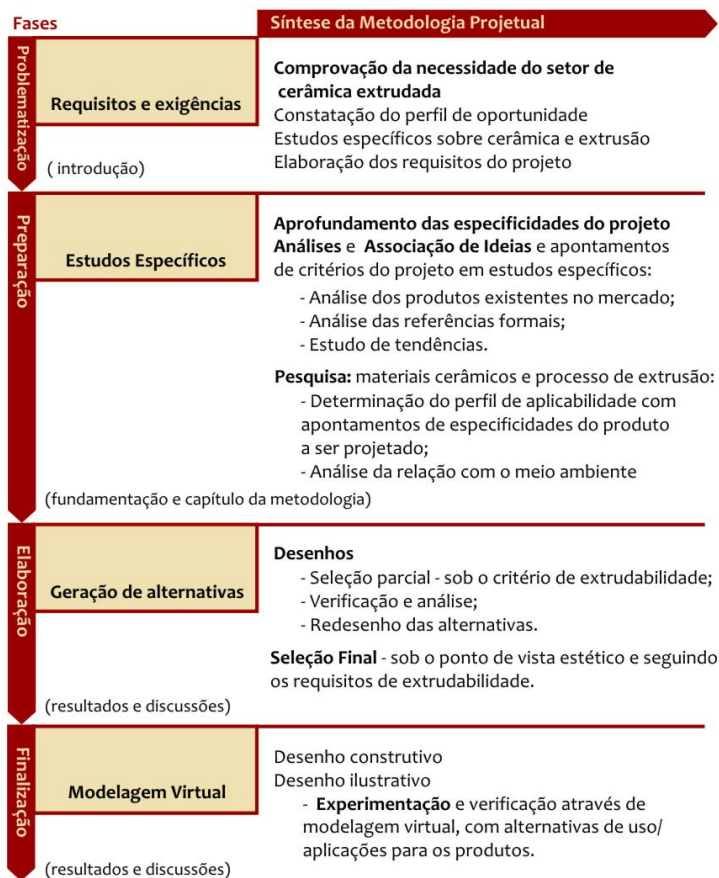
Pretendendo-se aplicar as constatações acerca do processo de extrusão pelo procedimento técnico e experimental, foi proposta uma metodologia de design, que viabilizou o desenvolvimento de produtos cerâmicos produzidos por extrusão para fomentar a inovação na indústria cerâmica.

Para tanto, a metodologia utilizada segue uma linha com preocupação estética, já que o projeto configura-se no estudo com diferencial aplicativo o que, na cerâmica, diz respeito aos aspectos formais envolvidos, enfatizando o “estudo da forma” como fundamental aos produtos cerâmicos obtidos por extrusão. Procurando refletir sobre o desenvolvimento de projetos segundo uma autonomia projetual consciente (Rodrigues & Rosa, 2007) da necessidade do conhecimento de interface entre conhecimentos, principalmente, de materiais e processos de fabricação, para a concepção de produtos exequíveis.

A proposta de metodologia de design desenvolvida para aplicação em projeto de produto cerâmico extrudado teve como referências para a sua elaboração os autores: Munari (1998), Löbach (2001), Baxter (2001), Bonsiepe (1984), Rodrigues & Rosa (2007) e Costa & Rosa (2008). Consiste das seguintes etapas: *problematização*, *preparação*, *elaboração* e *finalização*. Sendo que, a primeira etapa foi contemplada no estudo introdutório.

A estrutura de um projeto ou planejamento de produto é precedida por um pré-projeto (anteprojeto) que, no âmbito acadêmico, pode conter quesitos como definição e delimitação, objetivos, justificativa, metodologia e cronograma. Nesse caso, o anteprojeto de produto foi apresentado juntamente com o projeto de dissertação de mestrado. Por isso, os quesitos: definição e delimitação (que traz o que será projetado e o contexto que o produto pode estar inserido); os objetivos - principal (relacionado à definição do projeto), e secundários (elaborados a partir da constatação de um contexto de abrangência do produto); a justificativa do projeto (embasada na veracidade da necessidade, elucidando, promovendo e convencendo da importância); cronograma; e o resumo da metodologia adotada (com o detalhamento de cada fase e etapa, servindo como um guia para a orientação do projeto), foram

atendidos na introdução do trabalho. A metodologia desenvolvida está esquematizada no Quadro 3.



Quadro 5 – Fases da metodologia de design de produto.

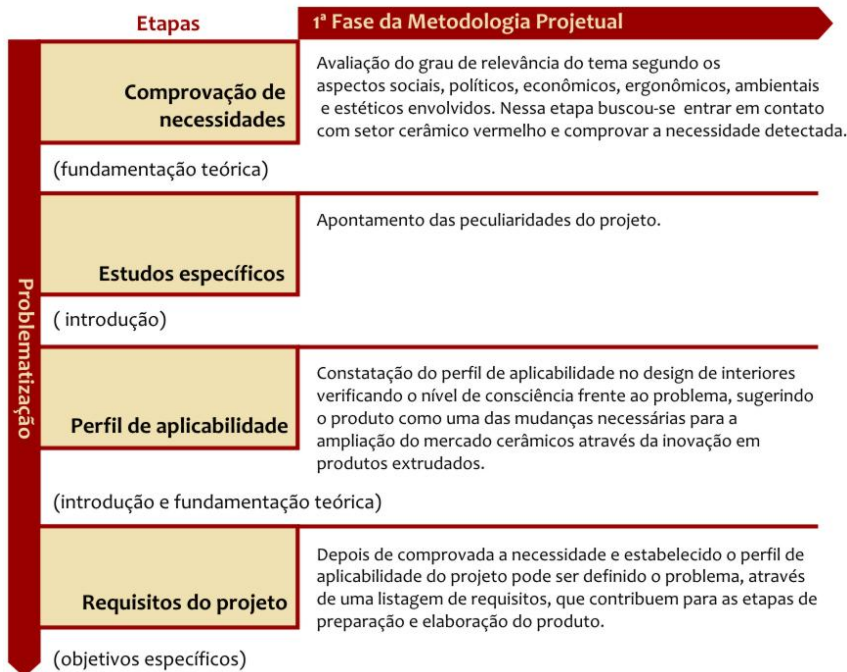
Cada fase foi realizada em várias etapas, sendo que algumas delas foram aprofundadas nos itens que seguem a sequência do trabalho de dissertação, conforme os objetivos propostos. Outras foram tratadas sinteticamente, em virtude da relevância para o estudo em questão. Os diagramas têm o objetivo de tornar didática a compreensão sobre as funções de cada fase e, posteriormente, explicitar as atividades desenvolvidas em cada uma das suas etapas nos quadros seguintes. Tendo em vista que um processo projetual transcorre da constatação da necessidade até os quesitos necessários para a colocação do produto no mercado (Rodrigues & Rosa, 2007), o projeto de produto cerâmico extrudado envolve toda a reflexão



teórica realizada até a seção final desta dissertação, que contextualiza a abrangência do produto e constitui as fases essenciais para o seu desenvolvimento, pois contém todas as ações que foram necessárias para o desenvolvimento do projeto e suas contribuições para as áreas envolvidas e para estudos futuros.

### 3.2.1 PROBLEMATIZAÇÃO

A primeira fase (Quadro 4) foi a de problematização, que se constitui das seguintes etapas: comprovação de necessidades, com alguns estudos específicos, determinação do perfil de aplicabilidade e a elaboração de requisitos do projeto. Enfatizando que todas essas etapas também envolveram pesquisas.



Quadro 6 – Detalhamento das etapas da fase de problematização.

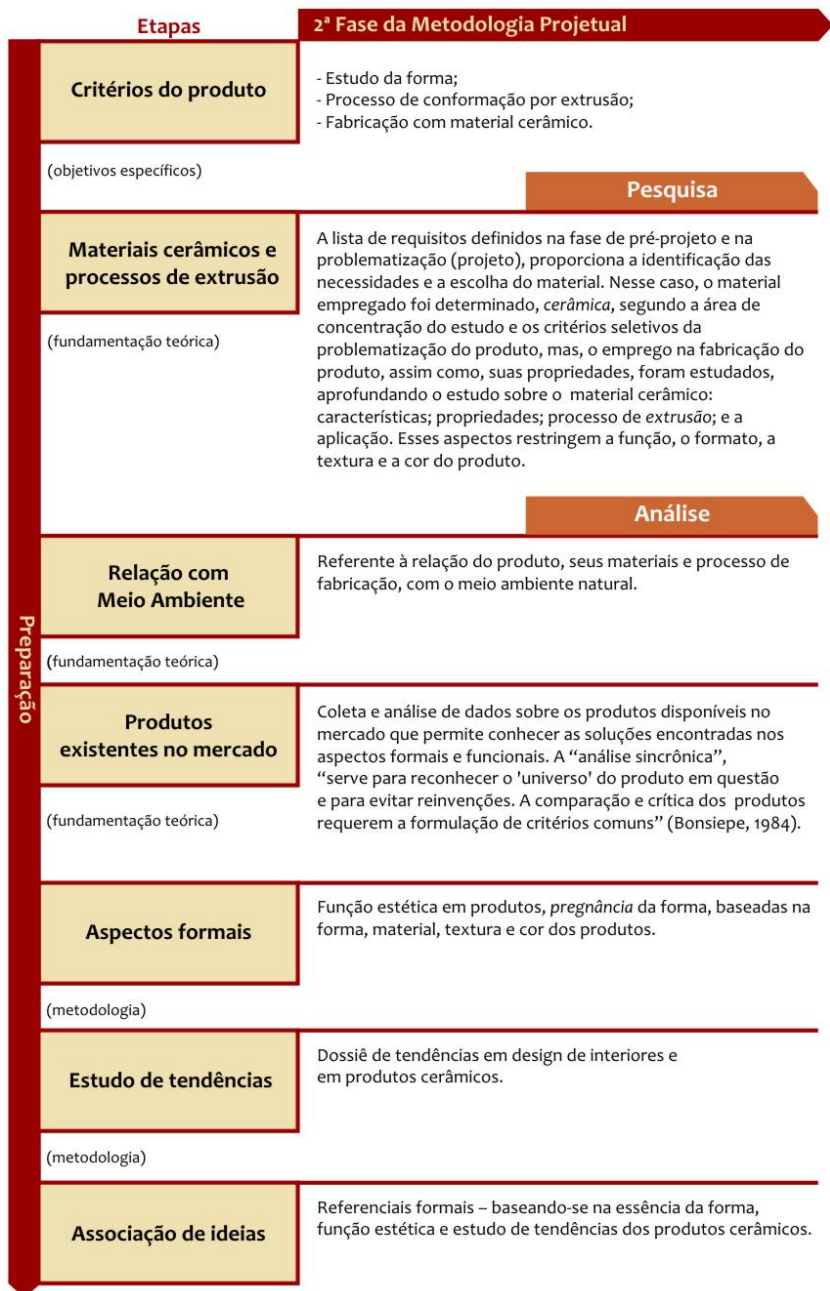
### 3.2.2 PREPARAÇÃO

Na fase de preparação (Quadro 5), cujas etapas foram desmembradas no decorrer da dissertação conforme a necessidade de aprofundamento, iniciou-se por pontuar os critérios do produto, explicitando o problema através das exigências ao novo produto, que contribui para as etapas seguintes (análises, pesquisas de materiais e geração de alternativas), podendo ser reformulados com as especificações necessárias.

Realizou-se: a pesquisa sobre materiais cerâmicos (características e propriedades); a pesquisa sobre o processo de fabricação envolvido, nesse caso a extrusão (vantagem e limitações); levantamento das vantagens dos produtos cerâmicos extrudados; análise da relação com o meio ambiente; e, análise dos produtos existentes no mercado. São contemplados, pela fase de preparação os aspectos considerados fundamentais para a criação: aspectos formais em produtos industriais e o estudo de tendências em decoração e design de produtos. Com as análises, é possível conhecer os produtos, do segmento pesquisado, existentes, que contribuem para a inovação quando são observados em detalhes. (Rodrigues & Rosa, 2007).

Na fase de preparação foram coletados e analisados dados considerados abrangentes para o tema a ser desenvolvido. A organização coerente dessas pesquisas é o ponto principal para a análise, onde ocorreu um estudo aprofundado dos diferentes aspectos pertinentes ao projeto. A classificação e aprofundamento determinaram os elementos que contribuíram para a obtenção de um produto factível.

Os dados coletados foram selecionados e analisados considerando a congruência com o projeto a ser desenvolvido e a representatividade para a construção do mesmo, entendidos pela análise dos seus aspectos denotativos e conotativos. A elaboração de uma mera sequência de figuras sem sentido lógico de organização não é recomendado, mas sim, a organização coerente destes dados (classificação) é o ponto inicial para análise (estudo e aprofundamento em diferentes aspectos). Ao considerar o ato de projetar como uma ação para o futuro, a classificação e o aprofundamento é o que determina os elementos constituintes do projeto, seja pela sugestão ou pela negação da reprodução de produtos existentes ou modelos consagrados e condenados ao desuso, procurando evitar incoerências.



Quadro 7 – Detalhamento das etapas da fase de preparação projetual.

A **associação de ideias** é a etapa de sistematização, que ocorre simultaneamente ao processo de preparação até o início da elaboração. É a etapa de análise mais específica do produto a ser projetado para sistematizar os estudos. A associação de ideias estimula a criatividade, contendo coleta de referenciais que serão utilizados como base de criação da forma do produto. Ou seja, é a “fonte inspiradora”, sendo mais que a realização de uma coleta de dados e imagens, mas o estudo das informações por meio de exercícios de decomposição das formas, para um melhor aproveitamento das características das referências na criação.

A associação de ideias auxilia na busca da inovação. Rodrigues & Rosa (2007) asseguram que a criatividade baseia-se na rearticulação do que já existe e precisa de vínculos e desafios. Sendo que o ato criativo não é isolado, ele existe se associar diferentes imagens aparentemente desconexas. Ao criar, passa-se da intuição à realização, por meio de uma cadeia de reações subjetivas e da busca de referenciais inusitados, “longe do óbvio”. Quando se associam noções através de imagens faz-se uso de inúmeras possibilidades de forma ao novo produto, podendo: combinar; simplificar; substituir; acrescentar; modificar e/ou alterar a ordem.

A associação de ideias diz respeito às “conexões” de imagens. A coleta de imagens, com as suas características e propriedades, pode auxiliar na solução da síntese formal e estrutural do novo produto. Assim, se potencializa o surgimento de novos conceitos ao empregar analogias, tanto formais como aplicativos-funcionais, pois criatividade pela imaginação só ocorre ao receber subsídios.

### 3.2.3 ELABORAÇÃO

Para este projeto específico, a fase de elaboração foi dividida em três etapas: a de *geração*, o *novo produto* e o desenvolvimento de *modelos tridimensionais*. Tendo em vista que, o objetivo deste estudo é obter soluções alternativas de possibilidades formais para produtos cerâmicos extrudados, visando novas aplicações, a etapa de geração foi realizada para cada conceito, até passar à etapa de seleção. Desse modo, criou-se para cada aplicação, sugerida, várias alternativas para buscar a melhor solução, sintetizar, abstrair ou simplificar as primeiras ideias geradas.



Quadro 8 – Detalhamento das etapas da fase de elaboração.

A terceira etapa é a da elaboração, apresentada no Capítulo de resultados e discussões, com a *geração de alternativas* de novas aplicações para produtos cerâmicos extrudados, fazendo *associação de ideias e analogias* para transformar em algo executável e tangível ao idealizado. Criando-se várias alternativas para melhor solucionar o problema, pode-se sintetizar e abstrair ou simplificar os conceitos.

Durante o processo criativo, as alternativas foram analisadas, através de critérios estabelecidos nos requisitos e exigências para os novos produtos. Destacando-se os modelos mais condizentes com os critérios em uma *seleção parcial* para desenvolver os desenhos

exequíveis, através concepção do *novo produto*, redesenhando as alternativas.

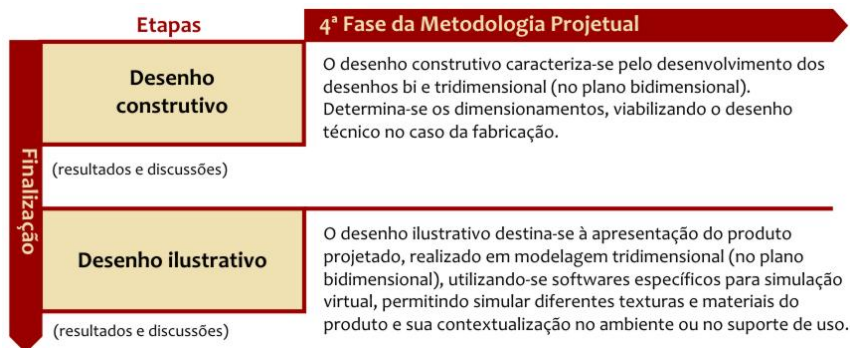
Na etapa de seleção final considerou-se que as alternativas selecionadas não são as definitivas, foram julgadas e aprimoradas, podendo sofrer alterações e ajustes, uma vez que o processo criativo é constante e dinâmico.

A última etapa foi o desenvolvimento de modelos virtuais, simulando a tridimensionalidade, fazendo-se a verificação dos modelos por meio da montagem das paginações sugeridas.

Recomenda-se, na metodologia proposta, a confecção de modelos para estudo volumétrico durante o processo de geração de soluções alternativas com, pelo menos, a realização de avaliações estéticas e ergonômicas.

### 3.2.4 FINALIZAÇÃO

A última fase, de finalização, se dá por intermédio de desenho construtivo, com o dimensionamento do produto, e o desenho ilustrativo, virtual (para apreciação), que podem ser observados no capítulo de resultados e discussões. Desta fase, foram realizadas as duas primeiras etapas, já que se trata de uma metodologia experimental, para a criação de produtos cerâmicos extrudados.



Quadro 9 – Detalhamento das etapas da fase de finalização.

Havendo interesse pela industrialização, essa fase possibilita estudos futuros a fabricação, com a execução do projeto com os *desenhos técnicos*, com detalhamentos (vistas ortogonais, detalhes construtivos, perspectivas, quadro técnico com especificações de peças, quantidades de materiais, técnicas de transformação e acabamentos) em desenhos nas normas ABNT.

Proporcionando, assim, o desenvolvimento de modelos de alta fidelidade (incluindo modelos volumétricos) que podem ser testados

(verificados), para o desenvolvimento de protótipos, fabricação de matrizes ou boquilhas e testes (experimentação e verificação). Os modelos de alta fidelidade, denominados protótipos, são feitos em escala real e com o material definitivo. Após a sua construção são realizados os testes e análises, corrigindo os possíveis erros que poderão aparecer antes da fabricação em série. Aplica-se uma metodologia de verificação (avaliação) caso haja modificações no modelo de alta fidelidade, assim, os desenhos técnicos podem ser refeitos.

Ainda que tenham sido realizados modelos virtuais, durante o trabalho experimental, pode-se reforçar que não há como realizar o teste de desempenho do material nestes tipos de modelos, já que não são físicos (materializados), somente quando fabricados modelos no material definitivo e em escala real (protótipos) será possível comprovar a funcionalidade desses produtos, o que requer disponibilidade de recursos, além de exigir uma equipe técnica especializada em diversas áreas.

O fluxograma da Figura 34 ilustra as relações que ocorrem entre as fases da metodologia durante projetos de produtos cerâmicos extrudados. No primeiro nível de interdependência, a preparação, a elaboração e a finalização dependem da problematização (1). Num segundo nível de interdependência, a elaboração e a finalização são dependentes da preparação (2). A finalização depende da fase de elaboração (3). Nos níveis avançados de redesenho de produtos e após a verificação e experimentação de modelos e protótipos, pode haver uma re-elaboração (4) ou, após a finalização, reiniciar o processo de design a partir da finalização (5).

O que não quer dizer que as metodologias sejam meros modelos ou guias de procedimentos. Bonsiepe (1984, p.34) afirma que as metodologias dão suporte orientador aos procedimentos oferecendo técnicas e métodos pertinentes a cada etapa do processo projetual.

As fases e etapas da metodologia não seguem necessariamente uma ordem, mas ocorrem simultaneamente, podendo retomar etapas sempre que considerado necessário. Isto é, “não existe fórmula sequência ideal ou receita para se projetar” (Rodrigues & Rosa, 2007), o projeto depende das relações com as experiências projetuais. Considerando a investigação e o estudo da forma como essência do projeto e a preocupação ambiental como algo inerente ao desenvolvimento projetual.

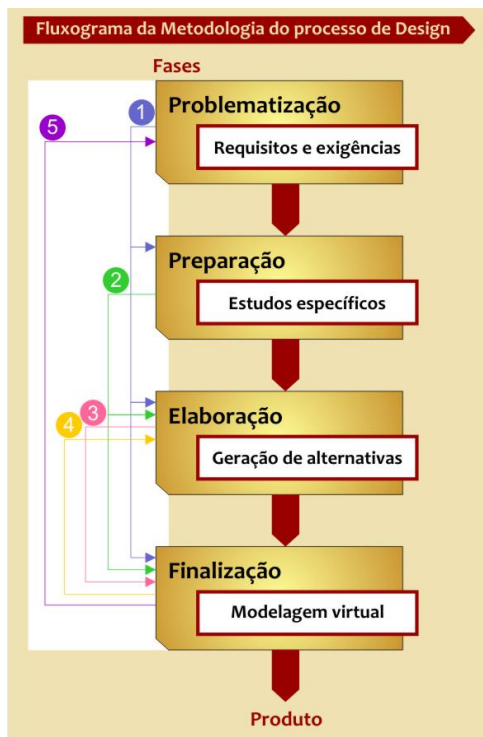


Figura 35 – Relação de interdependência entre as fases da metodologia.  
Adaptado de: Ulrich (2008).

### 3.3 PREPARAÇÃO

#### 3.3.1 ASPECTOS FORMAIS

Referente à função dos produtos industriais, belo está ligado à diversidade de emoções e sentimentos que um produto provoca com suas formas “perfeitas” e proporções harmônicas, anunciado por fatores subjetivos (emoções, percepções e fenômenos psicológicos) que são demonstrados através do gosto, harmonia, equilíbrio e da “perfeição”, oriundos da pregnância da forma (através da decomposição das figuras nas formas básicas).

A preocupação com a harmonia e de coerência lógica para alcançar uma boa estrutura na composição da forma vem desde a antiguidade, quando foi constatada uma necessidade de proporção e convenção dos padrões de medidas, a Figura 36 ilustra a cronologia



dessa busca. Os egípcios, romanos e os gregos usavam as proporções do corpo humano para medir distâncias como padrão de medidas (DOCZI, 1990).

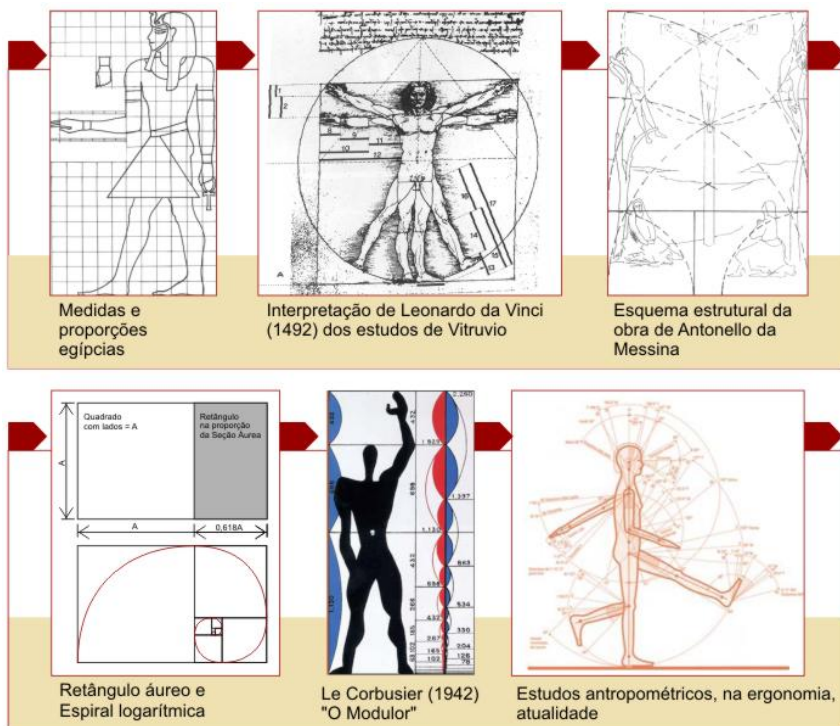


Figura 36 – Cronologia da investigação da proporção das formas.  
Adaptado de: Doczi (1990).

Os egípcios aplicavam o comprimento do antebraço com a mão estendida (cúbito), como explica (DOCZI, idem, p.37). A busca da coerência harmônica está, também, na comparação das proporções harmoniosas, como nos fundamentos da música (representadas no plano de diagramas rítmicos de onda), comprovando a necessidade do humano de encontrar lógica na estruturação das formas. Esse tipo de preocupação, com correlações diversas vem sendo demonstrado há muito tempo, como é o caso da “lei da frontalidade”, nas proporções das figuras egípcias, onde cada quadrado corresponde a um punho (um terço do pé).

Com base nessas medidas e nos módulos egípcios, o arquiteto e escritor romano do século I, Marcus Vitruvius Pollio, elaborou um documento, “*O ten books on architecture*”, com recomendações para os templos serem “magníficos”. Deveriam ser construídos em

analogia ao corpo humano “bem formado”, de harmonia “perfeita”. Doczi (1990, p.93) explica a relação adjacente do corpo humano com o círculo e o quadrado baseada no princípio arquétipo da “quadratura do círculo”. Para os gregos as proporções do corpo humano eram expressas, também, em pés (chamados de módulo), um conceito que cumpre um importante papel na arquitetura. Protágoras, o filósofo grego do século V a.C., colocava o homem como a medida padrão de todas as coisas (idem).

No renascimento buscou-se por novas ideias e conceitos e, consequentes, descobertas que contribuíssem à ciência e tecnologia. O renascentista Leonardo da Vinci<sup>10</sup> (1452/1519) inspirou-se na antiguidade, baseado em Vitruvio, para ilustrar a figura clássica: dos homens de braços e pernas abertas, inseridos em um círculo, um quadrado e um triângulo (as três formas básicas), permanecendo até os dias atuais como referência para estruturação e construção da representação das formas.

Embora se conteste o radicalismo das aplicações das descobertas feitas pelos renascentistas, houve contribuição das suas pesquisas e descobertas para o desenho industrial, buscando a coerência lógica na estruturação de composições das formas. No século XIII o italiano Fibonacci buscou na matemática recursos para harmonizar a distribuição das formas, constatando a matemática nas formas da natureza, obtendo a razão áurea e o retângulo áureo. A lógica da distribuição das figuras feitas por Antonello da Messina (1430/1479) na pintura onde ilustra a crucificação, por exemplo, esse tipo de constatação é fundamental na busca harmonia da forma, em diferentes linguagens, conscientizando da existência da lógica na estrutura formal, onde nada é aleatório ou casual (DOCZI, 1990).

Le Corbusier publicou, em 1942, *"O Modulor: uma medida harmônica da escala humana, aplicável à arquitetura e à matemática"*. O Modulor narrava seu sistema de proporções, baseado na matemática, da seção áurea e do corpo humano. Suas criações gráficas exerceram significativa influência sobre o design bidimensional. Adotou a divisão áurea como base, fundamentado em

---

<sup>10</sup>Leonardo da Vinci foi um dos gênios mais completos da humanidade (pintor, escultor, arquiteto e inventor). Registrava aspectos da natureza com interesse científico e esboçava inventos com condições para concretizá-los. Não aplicou na prática o resultado de todas as múltiplas investigações, mas deixou anotações valiosas aos diversos campos do conhecimento científico. Entre tantas contribuições de Leonardo da Vinci à representação da forma estão: estudos de anatomia, feitos através da dissecação de cadáveres de homens e mulheres; ilustrações feitas a partir das ruínas clássicas greco-romanas, incluindo a ideia de Vitruvio (“o homem é o centro de todas as coisas”).

três pontos principais na anatomia de um homem de 1.90m: o plexo solar, o alto da cabeça e a ponta dos dedos da mão erguida. Esses pontos constituem uma média e extrema razão (divisão áurea) que Le Corbusier transferiu para uma série infinita de proporções matemáticas (*idem*).

A evolução da biomecânica para o corpo psicológico-físico, em consequência bioeletrônica, acompanha a arquitetura e o design com instrumentos de representação à construção inteligente das formas, capaz de estabelecer inter-relações controláveis e adaptáveis do homem com os habitantes e artefatos, marcando o surgimento dos estudos antropométricos, na ergonomia.

Os aspectos essenciais das relações dos usuários com os artefatos industriais são as funções dos produtos, são perceptíveis no processo de uso, possibilitam a satisfação das necessidades humanas e diz respeito ao design emocional (IIDA & MÜHLENBERG, 2009). Dentre as necessidades estão as biogênicas (fome, sede, frio), as psicogênicas (poder, status, reconhecimento), as utilitárias (lavar e passar roupa) e as hedônicas (prazer, emoção, fantasia). A famosa pirâmide da teoria de Maslow, 1970, (KOTLER, 2000, p.194), pode ilustrar essa relação de necessidades e motivação, na Figura 37.



Figura 37 – Hierarquia das necessidades e motivação do comportamento.

Gomes (2004) coloca a classificação sistêmica dos produtos industriais centralizada nas necessidades humanas, focada nas motivações do comportamento e consumo (necessidade ou desejo), preço e conteúdo tecnológico (custo, produção, mercado), e desenho (*pregnância* da forma e os sinais de tendência).

Löbach (2001, p.55) classifica os produtos segundo a função: prática, simbólica e estética. Para alguns produtos a função

simbólica, é tão ou mais importante que a utilitária, pois o ser humano tem carência, privação e sensação de falta essencial, que pode ser inata (fisiologia e sobrevivência) ou adquirida conforme o contexto cultural e social.

O desejo é um estado psicológico de satisfação por si mesma sem carência que justifique. É querer algo com um, determinado, fim, podendo ser definido como o mais alto grau de refinamento das necessidades humanas, devido à ligação com a vontade e ao empenho em conquistar o que se deseja (GOMES, 2004). Já o valor do produto está na diferença entre o custo e o benefício: caro (o custo é maior que o benefício); barato (o custo é menor que o benefício); e o justo (o custo é igual ao benefício).

Os aspectos estéticos dos produtos podem ser analisados segundo a ergonomia cognitiva, que diz respeito aos processos mentais que afetam as interações entre humanos e elementos do produto, tais como a percepção, memória, o raciocínio, e respostas motoras. Em projetos de produtos se referem aos aspectos relacionados à carga mental de trabalho, tomada de decisão, atividade especializada e necessidade de treinamento ou conscientização de uso (COSTA & ROSA, 2008, p.174). Por isso, levam-se em conta os critérios de usabilidade<sup>11</sup>, que está relacionado à adequação dos produtos ao ser humano, é um conceito muito novo em design e diz respeito à facilidade de uso, aprendizagem, produtividade, conforto, segurança e adaptabilidade, para dar qualidade aos produtos.

A função estética é a relação que se dá entre o produto e o usuário no nível das percepções sensoriais, é o aspecto psicológico da percepção sensorial, durante o uso do produto. O uso sensorial depende da cor, forma e da superfície (textura), proporcionadas pelo material e processamento (COSTA JUNIOR, 2007).

“Toda a aparência material do ambiente, percebida através dos sentidos é acompanhada da função estética” (LÖBACH, 2001. p. 62), atrelada à configuração do objeto e à aparência, provocando aceitação ou rejeição. Assim, a aparência tem cada vez mais importância para a competitividade dos produtos. A aparência visa dotar os produtos de funções estéticas para proporcionar a percepção do homem. Por outro lado, a estética busca aumentar as vendas,

---

<sup>11</sup> Facilmente se consegue destacar as consequências da **usabilidade** em produtos industriais, ainda que o termo usabilidade não tenha uma definição unânime, na sua essência está a aceitabilidade do consumidor, e pode ser definida como a efetividade, eficiência e satisfação do usuário ao alcançar os objetivos de uso do produto, confortavelmente e de modo aceitável (MORAES, S. M., 2006, p.125).

atraindo a atenção ao produto. A estética pode, ainda, provocar a sensação de bem estar, pois, em paralelo ao pensamento racional, está o mundo das percepções.

A procura da essência da distribuição e concepção das formas no plano está fundamentada nos elementos: harmonia, equilíbrio e contraste (GOMES FILHO, 2003), “categorias conceituais fundamentais”. Essas teorias são extraídas de diversas áreas do conhecimento humano, criadas com objetivo de proporcionar a ordem.

A harmonia e o equilíbrio são resultados de uma interação coerente entre as formas, em concordância e uniformidade das unidades que compõem as partes, existindo uma relação ordenada, daquilo que é visto, em uma compatibilidade de linguagens formais e contrastes.

Muitos pesquisadores, cientistas e psicólogos, entre eles Piaget, Mandelbrot e Apostel, conceituam equilíbrio como sendo fisiológico, estendendo-se aos setores das teorias da informação e da linguagem, independente da classificação relacionada ao simétrico e assimétrico.

O equilíbrio conceitual se dá na harmonia (por unidade ou contraste) das linguagens, adequadas ao consumidor (leitor) das formas. Devido, a composição das formas, agradar ou atrair o olhar (aspectos estéticos), comunica uma mensagem (aspectos funcionais) e se faz compreensível para um público determinado (aspectos comunicacionais ou cognitivos). A harmonia destes três aspectos influencia no equilíbrio da composição, determinado por equilíbrio conceitual, para melhor distinção do equilíbrio formal. O equilíbrio ideal está além do prazer ou desprazer causado pelo juízo do gosto individual; é percebido universalmente como agradável ao olho humano.

Em síntese, a harmonia e o equilíbrio da forma estão relacionados: à simetria (linear, alternada, bilateral e radial); unidade (concordância entre diferentes elementos), ritmo (princípio da composição das formas, em que sugere um movimento do olhar pelos seus elementos ou em sua repetição) e movimento (compreende a força atraindo a atenção).

A **pregnância da forma** é uma das leis da teoria da *gestalt*. A compreensão das imagens e dos conceitos é facilitada por essas leis que regem a percepção humana. Nas leis da *gestalt* se afirma que não se pode ter o conhecimento do todo pelas partes, mas sim das partes pelo todo, que só pela percepção da totalidade é que o cérebro de fato percebe a forma, cor, textura, tamanho e material (MENEZES, 2009, p.50). A *pregnância* pode ser vista como a mais importante de todas essas leis que regem a percepção. Diz-se que todas as formas

devem ser percebidas na sua simplicidade, decompondo nas formas geométricas básicas. Trata-se do princípio da simplificação natural da percepção, que quanto mais simples a forma, mais facilmente pode ser assimilada (GOMES FILHO, 2003).

As características estéticas dos produtos são determinadas pelos seguintes elementos: forma, que é o elemento mais importante da figura; material, que é um elemento que pode visar a valorização estética, considerações técnicas e econômicas; a superfície, ou textura, que exerce forte influência no efeito visual dos produtos; e a cor, um elemento essencial, utilizado para atingir as emoções das pessoas (LÖBACH, 2001).

A forma é a qualidade mais importante das figuras, e, portanto, dos produtos, pois diz respeito aquilo que é próprio dos objetos. Durante a história da humanidade, o homem percebeu que as diferentes formas dos objetos poderiam facilitar sua vida. O homem vem estudando as formas, desde os tempos mais antigos.

As formas podem ser classificadas segundo o seu conteúdo: uma forma reconhecível pelo seu tema é chamada figurativa; quando não tem um tema reconhecível é considerada abstrata (WONG, 2001, p.135). Há, ainda, as formas naturais, que seguem as formas e princípios da natureza (biônica); as figurativas artificiais, feitas pelo homem (artefatos industriais); e as verbais, que compõe a comunicação visual.

Qualquer coisa pode ter um formato que proporciona a identificação pela percepção. O formato é o contorno característico ou configuração da superfície de uma forma particular, sendo o aspecto principal, através do qual identificamos as formas (CHING, 2005, p.34). Os formatos são subdivididos em três categorias: o formato caligráfico, desenho livre feito manualmente; o formato orgânico, com redução da figura a curvas suaves; e os geométricos, reduzindo a formas primárias (círculo, triângulo e quadrado). Podendo ser sólidos e vazios.

A forma, desenho, quando aparece em termos de objeto pode ser vista não só no quanto existe materialmente, mas o quanto pode ser imaginada, suposta, projetada, hipotetizada, sugerida e até sonhada. Massironi (1982, p.85) menciona que quando esse objeto é possível, e por isso existe em qualquer forma, se torna desenho, representação gráfica. A forma é representada de um modo ditado pelas intenções comunicativas que, embora, aproximadamente expressa, é sempre reconhecível, mesmo que não completamente recuperável pela memória. Nesse momento do projeto, é importante usar as hipóteses aos resultados das pesquisas, através do desenho. Para obter soluções

diferentes e funcionais, tentando demonstrar mecanismos, elementos e até formar um conjunto de possibilidades.

A natureza dos produtos cerâmicos tem influência sobre o efeito visual, dependendo da escolha das matérias-primas. As superfícies dos materiais e suas combinações produzem importantes sensações aos usuários, como limpeza, aconchego, frio ou calor. Atinge-se essa relação de percepção por meio das características superficiais, que podem ser polidas, brilhante, rugosas ou foscas; podendo, ainda, causar efeito se for côncava, plana ou convexa. As superfícies perfeitas de alguns produtos podem provocar um zelo exagerado pelos mesmos, chamado de fetichismo, ou seja, por meio da configuração dos produtos eles podem influenciar profundamente o comportamento humano (LÖBACH, 2001, p.163).

Textura<sup>12</sup> é um relevo feito em qualquer material que pode ter formatos ilimitados e é, por isso, uma sensação visual ou tátil. A textura se refere às características da superfície de um formato. O aspecto visual provocado é diferente em texturas naturais e artificiais. As naturais resultam da ação natural do meio ambiente e que caracterizam o aspecto exterior das formas existentes na natureza como, por exemplo, as texturas características de cascas de troncos de árvores, madeira, folhas, rochas e peles de animais. E, as texturas artificiais são produzidas pela intervenção humana através da utilização de materiais e processos de fabricação. O homem sempre procurou criar sistemas, produtos e superfícies com funcionamento ou texturas semelhantes às geradas na natureza, tendo como referência a biônica.

O estudo das cores é de fundamental importância para o desenvolvimento de produtos industriais, principalmente para os que têm como finalidade principal a decoração de ambientes, pois a percepção visual é o primeiro sentido que provoca a sensação física de conforto. Isso pode ser explicado, do ponto de vista cognitivo, ao estudar a psicologia das cores.

A cor é fundamental para atingir a psique das pessoas, utilizada para criar contrastes evitando a monotonia das formas ou ambientes. O emprego das cores pode interferir nos aspectos de design dos produtos cerâmicos, por isso, é importante saber o efeito que se quer obter com o uso das cores, pois o usuário pode sentir sensações diferentes ao percebê-las. Para tanto, atualmente, os produtos

---

<sup>12</sup> **Textura** é o aspecto perceptível pelo tato em uma superfície, ou seja, a "pele" de uma forma, que permite identificá-la e distingui-la de outras formas. Quando toca-se ou observa-se um objeto ou superfície pode-se perceber se a sua superfície é lisa, rugosa, macia, áspera ou ondulada.

cerâmicos podem ser oferecidos simultaneamente em cores neutras e vivas, dependendo da intenção da decoração do ambiente em que forem aplicados.

Um ambiente se torna agradável quando a percepção humana passa a considerá-lo harmônico. A harmonia é um estado difícil de ser alcançado no design de interiores e, também, em produtos que, quando atingida, provoca a sensação de bem estar. Os ambientes não dependem apenas da aparência dos mobiliários e objetos de decoração, mas envolve a disposição da forma de todos os elementos (mobiliários): incluindo a iluminação e cores.

Quanto às sensações, a escolha das cores mais adequadas para cada produto está baseada em dois eixos principais, com certa complexidade: estudos de calorimetria e sistemas tintométricos; e as questões universais relacionadas à psicologia das cores.

Em um contexto em que a assimetria, o rústico a mistura de estilos e quase tudo é permitido, para se atingir a harmonia depende muito mais da sensibilidade e criatividade do que de regras estabelecidas. Para chegar a uma composição cromática que satisfaça os desejos e necessidades do usuário, pode-se aguçar a sensibilidade, pela compreensão das leis que regem a percepção das cores.

A calorimetria se refere a certas cores serem mais apreciadas em determinadas regiões por questões políticas ou culturais específicas. Um exemplo para isso é que o uso de cores vivas na decoração sempre foi mais comum nos países nórdicos, devido ao clima frio, que faz com que as pessoas de cansem de observar somente o branco e tons de cinza (símbolos do tempo nublado e neve). Assim, as cores conferem maior conforto e alegria aos ambientes. No Brasil, pelo clima ser tropical e mais iluminado, o uso das cores vivas e brilhantes, na decoração, teve início nas últimas décadas.

As consultorias na área da calorimetria e sistemas tintométricos estão muito requisitadas, pelas indústrias, nos últimos anos, pois houve certa conscientização de que a cor dos produtos é fundamental para conquistar o consumidor. Esses profissionais trabalham com a formulação das cores e estudam os processos que envolvem a criação e a utilização dos diversos tons que a visão humana pode perceber.

As relações psicológicas interferem na determinação das cores dos produtos e na decoração de ambientes, diz respeito ao modo como as cores influenciam o humor, reduzem ou aumentam a ansiedade e estresse, sendo uma das ferramentas da psicologia atual, sua consideração é fundamental no desenvolvimento de produtos. A psicologia ressalta que o reconhecimento da cor é mais que uma experiência estética, mas serve como um dos recursos à sobrevivência da humanidade. Cada cor vibra com energia própria interferindo no



comportamento humano por meio das sensações provocadas (PEDROSA, 1982). O ambiente é uma representação exterior de quem o habita. Saber equilibrar a energia dos quatro elementos – fogo, terra, ar, água – da técnica milenar chinesa do Feng Shui pode favorecer as boas vibrações e emoções, harmonizando a vivência nos ambientes (MORAES, 2007).

Do ponto de vista conceitual, a compreensão das relações desordenadas entre os aspectos formais de um sistema-produto cerâmico (Figura 38) responde aos significados que evocam imagens, padrões, sinais e símbolos num contexto em que tudo se interliga. A forma do produto é dada através do formato, textura, cor e material, que são determinados pela função. Estes são obtidos através da aplicação da técnica do material, processamento de cerâmicos por extrusão.

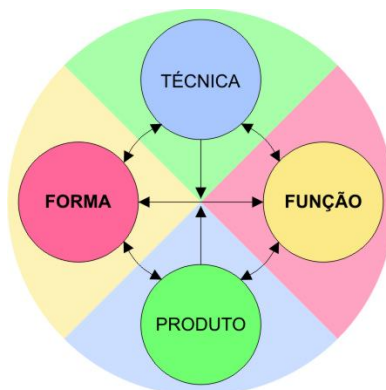


Figura 38 – Contexto sistema-produto cerâmico conceitual.  
Adaptado de: Ching (2005).

O design como uma atividade que trabalha pensando o futuro, no plano, na antecipação, pode ser entendido, também, como desenho aplicado, embora trabalhe com níveis que desenvolvem uma contribuição singular e original que unem os aspectos psicológicos (cognitivos e verbais), sociológicos, culturais, comunicativos (semióticos) e lógicos, formando um procedimento hermenêutico de percepção, designer-produto-usuário, ligado à compreensão, interpretação e aplicação (BÜRDEK, p.249 e 289). Nesse sentido, o design cerâmico pode ser conceituado como uma atividade criativa cujo objetivo é desenvolver as propriedades formais dos produtos cerâmicos, segundo os critérios do material e do processamento, trabalhando para a geração de produtos com viabilidade técnica.

Os produtos industriais destinam-se a atender as exigências dos consumidores. Wong (2001, p.41) alega que o “bom desenho”

constitui a melhor expressão visual da essência do produto. Para executar essa tarefa, o designer procura a melhor maneira para defini-lo, fabricá-lo, distribuí-lo e utilizá-lo relacionando com o ambiente, para a criação ser, não somente estética, mas também funcional e que, ao mesmo tempo, reflita as tendências do seu tempo.

### 3.3.2 ESTUDO DE TENDÊNCIAS

Em Valéry (1999) a palavra “inovação” é explicada no contexto da economia. O autor menciona o empreendedor, Jean-Baptist Say, que fez uso da palavra inovação, por volta de 1800, conceituando como o intercâmbio de recursos de uma área de baixa para uma área de maior produtividade, em um campo mais abrangente. Atualmente os economistas buscam a compreensão desse aspecto, misterioso, da criação e geração de riquezas, tornando o culto à inovação um nicho na indústria.

Inovação pode ser entendida como a exploração de novas oportunidades mercadológicas, mas o sucesso no âmbito empresarial significa faturamento, o que se conquista atingindo novos mercados (COSTA & ROSA, 2008, p.156). Pode-se inovar redesenhando produtos que já existem ou inovar ao criar o que ainda não existe, despertando-se para atender a uma nova necessidade ou a uma necessidade, ainda, não atendida.

Para inovar, no setor cerâmico, propondo novas aplicações estéticas, é preciso estar atualizado quanto às tendências em decoração. Essa questão foi determinante para a compreensão sobre o que de fato é tendência e como diferenciá-la de pesquisa de mercado e de moda. Esse breve estudo está fundamentado em três autores principais Caldas (2004), Escorel (1999) e Bürdek (2006).

O termo tendência está a cada dia mais presente no vocabulário e no cotidiano, em uma realidade de anacronismos e superficialidades as pessoas e as empresas estão sujeitas a seguir as tendências, demonstrando que essa preocupação, que, até pouco tempo, era exclusivamente relacionada aos produtos têxteis, já não faz parte somente do mundo da moda. Nesse contexto, pode-se diferenciar a pesquisa de mercado do estudo de tendências e dos modismos para, além de atender as expectativas das empresas (de rentabilidade), criando produtos diferenciados que tenham valor para o consumidor final (relativo à satisfação dos desejos). O designer precisa entender o consumidor, traçando um perfil de comportamento, e estar apto a elaborar um dossiê para qualquer segmento específico, destacando alguns indicadores das tendências para o projeto em questão.

O estudo das tendências de produtos é a base de trabalho para as direções de marketing e design, que envolve a persuasão, o

convencimento, a conquista, o contentamento e a fidelidade do consumidor. O trabalho do design envolve o desejo, cruzando as experiências pessoais ao desenvolver os produtos para um segmento específico. Já, o marketing trabalha com a sedução, fazendo pesquisas de mercado quanto ao comportamento do consumidor, trabalhando estratégias de produto nos conceitos para a sua promoção.

O comportamento do consumidor trata de como indivíduos, grupos e organizações selecionam, compram, usam e dispõe de bens, serviços, ideias ou experiências. Os fatores que determinam o comportamento são os culturais, os sociais, os fatores pessoais, psicológicos e situacionais (ESCOREL, 1999).

Os fatores reconhecidos e considerados no design, também trabalhados por GLUFKE & VIEIRA (2007), podem ser culturais, que dependem da cultura (conjunto de valores, percepção e preferências), subculturas (nacionalidade, religiões, grupos raciais), classe social (valores, interesses e comportamentos). Os fatores sociais são determinados pelos grupos de referência (religião, colegas de trabalho, sindicatos, ídolos, vizinhos), família (domínio do marido, esposa e filhos) e, pelos papéis e posições sociais (papel que se desempenha em cada grupo). Os pessoais são determinados pela idade (estágio no ciclo da vida), ocupação (profissão e grau de escolaridade), condições econômicas (recursos financeiros disponíveis), estilo de vida (ligado ao gosto - sedentário, saudável, baladas, erudito), personalidade (auto-conceito). E, os psicológicos são determinados pela motivação, percepção, aprendizagem, crenças e atitudes. Por fim, os situacionais são determinados pelas condições circunstanciais e momentâneas, incluindo a disponibilidade de tempo, o ambiente comercial e o atendimento, que determinam a compra por impulso.

O estudo de tendência pode ser diferenciado de pesquisa de mercado. No estudo de tendências se faz coleta de dados e análise, através de sinais subjetivos, antecipando comportamentos de consumo, baseada em dados qualitativos, ligados ao desejo do consumidor. Já a pesquisa de mercado é realizada com a intenção de empreender e investir, pois é necessário contar com informações confiáveis, buscando segurança nas ações inovadoras. Esta pesquisa envolve ética, sigilo, confiabilidade, agilidade, orientando, organizando e facilitando a tomada de decisão, coleta de dados (tabulação, processamento e análise) e, baseia-se em dados quantitativos, geralmente feitos por equipes externas, especializadas.

O estudo de tendências não pode ser confundido com “onda”, “momento” e “modismo”, por ser a essência da inovação, sendo

ferramenta cujo conceito pode ser estudado e compreendido. A necessidade de tendência tem a ver com fatores econômicos. Uma onda é algo que surge repentinamente, envolvendo, de modo contagiante, o comportamento de um grupo de pessoas e se dissipa rapidamente.

As ondas, geralmente, surgem inconscientemente e originam-se do desejo interior de aceitação nos grupos sociais. Já a moda é mais persistente e é, geralmente, seguida de forma consciente por meio de roupas, perfumes, cortes e cores de cabelos, comidas e certos aspectos de estilo de vida (SILVA, 2008, p.7). Esses modismos têm haver com o capitalismo, que envolve renovar, garantir o fluxo contínuo de consumo. Trata-se da obsolescência dos produtos, deixando-se influenciar pelo o que está na moda. A obsolescência assegura o consumo pela revisão contínua da adequação dos produtos, devido a, visceral, necessidade de singularidade do ser humano.

Silva (2008, *idem*) ressalta que as tendências podem emergir de qualquer segmento da sociedade. Algumas podem surgir rapidamente; outras evoluem ao longo de muitos anos, ou mesmo décadas. Algumas podem evoluir vagarosamente e, de repente, serem impulsionadas ou freadas por outra influência ou referência. A Figura 39 ilustra, graficamente, o impacto das influências (com referências das ondas, moda, tendências e fluxo contínuo das pesquisas de mercado) em função do tempo.

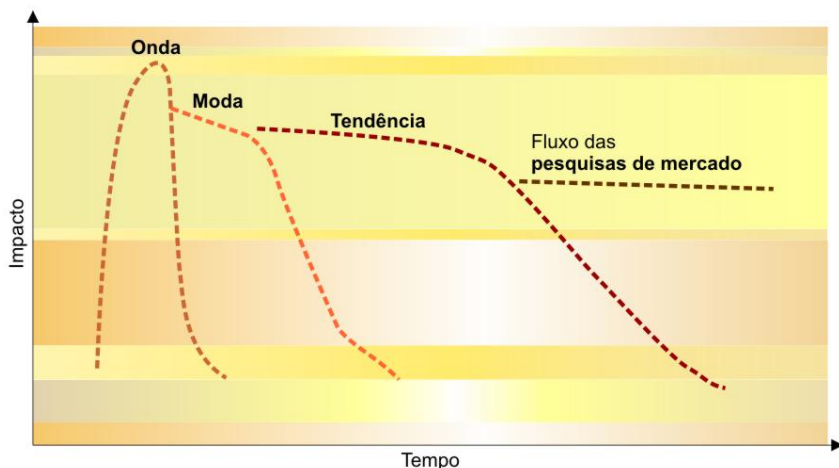


Figura 39 – Influências do comportamento e consumo.  
Adaptado de: Silva (2008, p.7).

O termo tendência tem origem na palavra “*tendentia*” que vem do verbo “*tendere*”, do latim (“inclinarse” para, “tender” para,

“atraído” por), diz respeito aquilo que leva a agir de determinada maneira. É uma “predisposição” ou propensão do mercado consumidor (CALDAS, 2004). A tendência pode ter significado particular de modalidades de desejos, orientação de necessidades individuais em direção a um ou mais objetivos que possam satisfazê-las, apontando uma direção sem atingi-la. Tendência existe em função de um objetivo, uma finalidade para qual exerce força ou atração sobre aquele que sofre a tendência, ou seja, se trata da pulsão que procura satisfazer necessidades e desejos.

A tendência pode ter origens relacionadas à futurologia, pela necessidade de prever o futuro. A valorização da importância das tendências se deu primeiramente na moda, com um discurso mais positivista, com imposições não justificadas e posteriormente, a ajuda que reduz as incertezas e inseguranças das pessoas inclusive quanto aos produtos consumidos.

Os projetistas perceberam que as origens da preocupação com o diagnóstico de tendências foi investigada por Bürdek (2006). Teve início nos anos 60, quando ocorriam mudanças de cenário sem que pudessem valer-se das experiências projetuais. Nos anos 80 surgiu o chamado “novo design” e nos anos 90, com o interesse em provar empiricamente os conceitos de design com novos métodos, o estudo de tendências teve reconhecimento.

Os novos métodos de design se voltam para o contexto, a cotidianidade e comportamento social, com o estilo de vida das pessoas, verificando o que significam as “coisas” para quem as consome, vindo daí as origens das teorias já difundidas que estudam as funções dos produtos. As técnicas mais utilizadas para se diagnosticar tendências foram: a técnica do cenário, a técnica da colagem e a de mapeamento de estilo (BÜRDEK, 2006), que é a mais difundida atualmente.

O conceito de tendência é a configuração da fuga em direção ao futuro, para o qual o ser humano tende por meio de uma atração irresistível. Por isso, pode-se dizer que tendência e progressos são noções imbricadas, pois todo o princípio de tendência traz em si uma essência positivista.

O culto à mudança está disseminado no imaginário contemporâneo, impondo que as mudanças acontecem estando, o consumidor, preparado ou não. O apelo é ao irracional, ao emocional e ao medo, havendo uma repulsão pelo que é tradicional, colocando tudo em permanente transformação.

As tendências, em todos os ramos da indústria, sofrem influência da moda, da arte, do design, dos cosméticos, da música e dos materiais. Elas podem se difundir seguindo os modelos de

compreensão dos fenômenos de consumo, que se dá por difusão de inovação, chamada gotejamento (*trickle effect*), entendendo a moda criada como topo da pirâmide. E por difusão como epidemia, em que uma pessoa passa para outra, um líder, aquele que acumula conhecimento, repassa a informação aos demais.

Para reduzir as incertezas das indústrias “produz-se” tendências. Trata-se de profecias autorealizáveis, ou seja, o que os fabricantes da matéria-prima oferecem torna-se tendência. Os profissionais responsáveis pelos estudos de tendências definem e divulgam-nas. Os comitês de cores, consultores de estilo (*bureau*), profissionais da área, formadores de opinião, são divulgadores de tendência em mídias especializadas.

A pesquisa de mercado pode ser primária, feita exclusiva e personalizada para um projeto, ou secundária, em que se usa uma pesquisa disponível, podendo ser interna (dados de uma empresa) ou externa realizada por órgão de pesquisa. Para o projeto de produtos cerâmicos extrudados foi utilizada uma pesquisa realizada pela FIESP em parceria com o SEBRAE, descrita no segundo Capítulo.

Para compreender as tendências é preciso fazer uma segmentação do mercado. Identificação de mercados homogêneos, menores, dentro de grandes mercados heterogêneos. Foi o caso de investigar as tendências em design de interiores e design cerâmico.

A fim de formar um dossiê de tendências procurou-se identificar quais são as que influenciam o social, por um longo tempo, no campo da decoração e da cerâmica (LACEY, 2009). Produziu-se um dossiê de tendências à criação de produtos cerâmicos voltados aos aspectos formais, interpretando a cultura, manifestada por sinais. Esses sinais são os indícios, vestígios, avisos ou prenúncio do comportamento dos consumidores, permanecendo a incerteza. Só há tendência quando há redundância de sinais como princípios (CALDAS, 2004). Esses sinais compõem as hipóteses, que são um recorte da realidade ao interpretar a cultura.

Para interpretar os sinais buscou-se o conhecimento dos dados em instrumentos que ditam as tendências no setor, analisando-os através da imaginação, da curiosidade, da sensibilidade e da intuição (PANTALEÃO, 2009). O estudo foi realizado nos meios que ditam as tendências em cores, design, sustentabilidade, decoração, construção e materiais de acabamento, formando o alicerce à formulação das tendências para o setor: mostras, feiras, eventos, cursos e mídias da área. Entre os principais pode-se citar a Casa Cor, Feicon e Revestir.

Definiram-se os valores prementes que podem caracterizar a manifestação visual, através da forma dos produtos projetados,

objetivando criar produtos massificados, porém autênticos (customizados ou personalizados), devido a valorização dos produtos locais e a busca pela significação, potencializando a emoção (*idem*).

Foi possível mostrar a visão geral em torno das sensações provocadas por cada cor nos ambientes com o objetivo de formular as combinações de cores sugeridas na decoração de ambientes, tendo como base Pedrosa (1982) e Jin *et al* (2009), obtendo uma palheta com misturas de cores, que podem ser aplicadas nos ambientes decorados e nos produtos cerâmicos, na modelagem virtual.

O branco e tons de cinza compreendem os tons metálicos e prata, dão a sensação de pureza, higiene e harmonia. Os metálicos proporcionam a sensação de ambiente e produtos tecnológicos. Podem tornar os produtos marcantes e sofisticados, porém, acalmam os tons quentes, aumentando a intensidade dos azuis, refrescando o verde e iluminando o púrpura.

O preto pode ser utilizado como elemento contrastante, ressaltando a qualidade dos produtos. Quando combinado com cores sólidas (vermelho, amarelo, azul, verde, violeta e branco) confere luminosidade a elas, tonando-as vibrantes, com um contraste entre claro e escuro. O uso do preto é sinônimo de produtos e espaços elegantes.

As cores quentes que compreendem o rosa, vermelho, amarelo e cor de laranja são representações de energia e vitalidade. Emanam boas vibrações, elevando o astral pelo seu grande poder de dispersão. Os tons quentes são a principal característica da cerâmica estrutural, sendo a cor das emoções, por excelência. É uma cor agressiva, porém dinâmica. O amarelo estimula a criatividade e o intelecto. E, a cor de laranja pode dar a sensação de ampliação dos ambientes.

Quanto ao azul, é ideal para relaxar, pois transmite tranquilidade e harmonia, contudo, pode tornar os ambientes deprimentes após um longo tempo de permanência, devido a sua capacidade de estimular o desprendimento do mundo real, abrindo as portas para o inconsciente, fantasia e sonhos.

Os tons violeta são inspiradores, conferindo a sensação de estabilidade, símbolo da lucidez, da inteligência e sabedoria. Já o verde, pela natureza cítrica, é ligado à natureza e esperança, podendo ser considerada uma cor que acalma, sendo indicada para a decoração pela sua ampla escala de saturação e de claridade.

A combinação adequada de matizes pode estimular sensações e criar uma atmosfera de bem-estar. As cores equilibram as energias dos ambientes e melhoram a aparência dos produtos. E, quando em equilíbrio, proporcionam o conforto (KIM, 2009; JIN *et al.* 2009). A Figura 40 mostra várias combinações sugeridas para o uso em

decoreação de ambientes nos cenários virtuais simulados e nos produtos cerâmicos criados.

Na combinação denominada “leve” o branco tem papel fundamental no visual dos ambientes, valorizando os tons fortes e sendo valorizado por eles. Quando o branco predomina o espaço fica claro e convidativo, transmitindo a sensação de amplitude, podendo equilibrar tranquilamente o uso de materiais nobres. A combinação de tons quentes produz a sensação de movimento e estímulo. Quando misturadas com os tons de cinza equilibram a agitação da cor.

A combinação neutra cria uma atmosfera estimulante, atraindo o olhar com o movimento das nuances, deixando o ambiente com um clima aconchegante. A combinação refrescante dá a sensação de brisa e frescor, elevando o astral com os sinais de nuance da natureza, inspirando lembrança do planeta. A combinação ousada confere elegância com aura contemporânea à decoração.



Figura 40 – Sugestão de misturas de cores desenvolvida nos estudos.

Os sinais de tendência, referência, do comportamento atual que puderam ser identificados nos estudos de tendência foram a valorização dos elementos ligados a natureza, com a valorização e recuperação do passado; e a evolução da sensibilidade do consumidor. Os sinais de consumo em destaque na atualidade são o neoconstrutivismo, com foco na ordem e no equilíbrio das formas, o auge da função simbólica dos produtos, em detrimento da função primária, e a perda do interesse pelos excessos na aparência e o no



consumo (CHANG & WU, 2007, p.8). A Figura 41 ilustra esses sinais através de imagens sugestivas.



Figura 41 – Imagens sugestivas dos sinais de comportamento e consumo.

Fonte das imagens: <http://www.sxc.hu>.

Notou-se que, atualmente, há uma valorização da identidade brasileira nos produtos e na decoração. O design é percebido como diferencial que agrega valor. Percebeu-se, ainda, a valorização do fazer artesanal e da sua rusticidade, características da cultura brasileira. Destacam-se os produtos que valorizam a ecologia e a biodiversidade. Algumas imagens, Figura 42, demonstram esses valores em design de interiores.

As tendências em design de interiores contemporâneo que podem ser destacadas são o contraste entre o estilo futurista, contemporâneo, com mistura com elementos antigos e materiais naturais ou rústicos. Une-se o clássico ao contemporâneo com rusticidade, visando a sustentabilidade ambiental, no uso das matérias primas e no processamento. Por isso, os revestimentos com aparência natural se revelam como forte tendência. A durabilidade da cerâmica destaca-se em tempos de preocupação ambiental.

É importante ressaltar a tendência à simplicidade, que traz a imperfeição como um sinônimo de beleza, valorizando as marcas do tempo, e a história das pessoas que habitam o ambiente, na decoração.

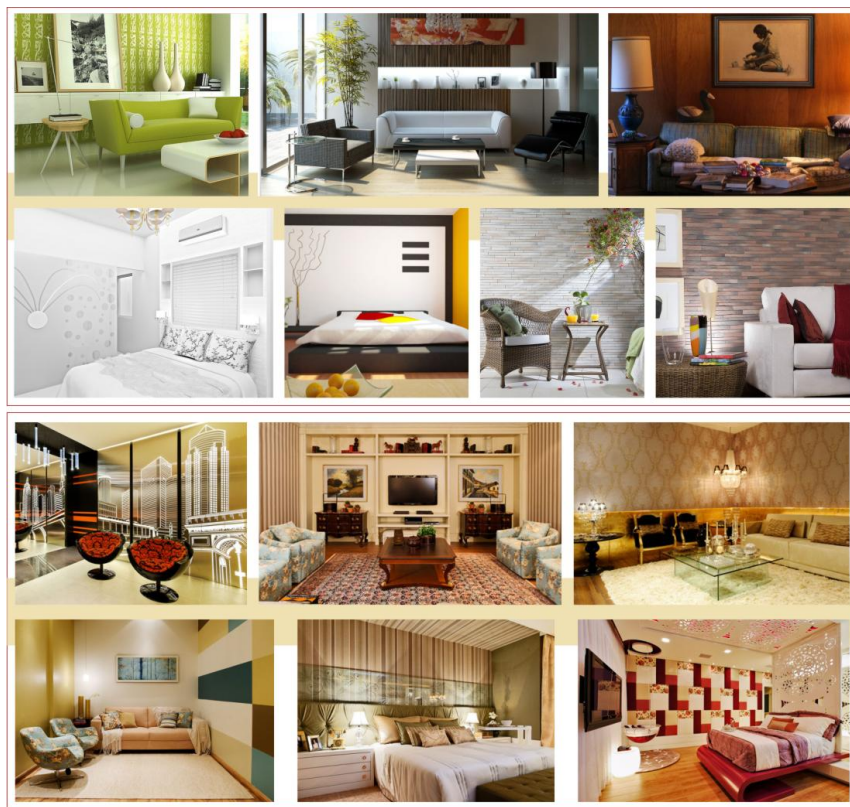


Figura 42 – Tendências em design de interiores.

Fonte das imagens: ebook Home-Designing.com; Álbum Casa Cor SP 2010 de Casa Cláudia.

As paredes aparecem na decoração, cada vez mais revestidas, coloridas, enfeitadas com vários estilos, estampas e materiais, demonstrando a personalidade dos habitantes desses ambientes. Nesse contexto, são aplicadas as texturas, entrelaçamentos e tramas que são inspiradoras ao conceito de aparência dos produtos mais suave, como efeito visual, provocado pelo aspecto formal.

Como chaves para a interpretação das tendências atuais utilizou-se o equilíbrio; o controle, a reciclagem, o essencialismo, preocupando-se com o que é necessário e indispensável para dar o efeito na aparência e no consumo, com preocupação ambiental. Para isso, buscou-se: simplificar as alternativas de produtos, conferindo funcionalidade não aparente, focando no design de interiores limpos, valorizando materiais cerâmicos com aplicações que possam torná-los nobres, propondo a visão ambiental na metodologia e aplicando a

temática do translúcido e transparente, na utilização dos vazios da extrusão.

As **tendências em produtos cerâmicos** referem-se aos artefatos cerâmicos produzidos, atualmente, no Brasil. O objetivo dos designers é inovação, criando novas soluções em ambientes com a aplicação dos produtos cerâmicos. As soluções são focadas na decoração e personalização, diversificadas, utilizando peças de grandes dimensões, com a devida importância às inovações tecnológicas, ao design e à criatividade.

As empresas planejam diversificar os produtos, expandindo o mercado, tendo em vista as suas demandas, pretendendo acompanhar as mudanças no estilo de vida dos consumidores, que primam pelo uso sustentável da energia e recuperação rápida e econômica das antigas edificações. Dentre os produtos estruturais, destacam-se os obtidos por extrusão com maior exploração dos recursos formais, confirmando como promissor o princípio do uso da extrusão para obtenção de produtos em decoração.

As tendências atuais constatadas, em design cerâmico, são: formas retangulares; o uso de efeitos tridimensionais, estruturas com círculos ou efeitos circulares; aplicação de brilho e efeito metalizado; simulação de outros materiais, como madeira e metais envelhecidos; variadas cores de esmaltes e vernizes; cores planas, florais e texturizadas; contraste; o uso das cores naturais ou misturadas; formação de painéis para o uso flexível; confecção de peças personalizadas; uso das novas tecnologias, na obtenção de peças irregulares e diferentes para decoração. As constatações foram sintetizadas na Figura 43.

Dentre as tendências atuais, destacadas por Motta *et al* (2001, p. 37), revelam-se os sinais de comportamento e consumo identificados. A ampliação do uso de revestimentos rústicos; e a diversificação e especialização em determinados produtos (faixas, filetes, peças artesanais). Notou-se, nos últimos anos, uma volta à naturalidade, ou resgate da natureza, em encontro a valorização do rústico, dando um ar despojado e aparência bruta aos ambientes. A novidade está em explorar a tecnologia para fabricar peças em que nada é tão perfeito ou determinado. Quando se trabalha com cerâmica o adjetivo principal é a durabilidade. As tendências de produtos, hoje, seguem as regras da natureza, imperfeição e simetria somem no contexto geral, mas fazem parte do belo, naturalmente.

Identificadas as tendências, foi de fundamental importância a tentativa de obter, no estudo da forma para os novos produtos, uma convergência em conceitos estéticos mais duradouros com a intenção

de que os produtos criados sejam permanentes, já que o foco de sustentabilidade do estudo é a durabilidade.

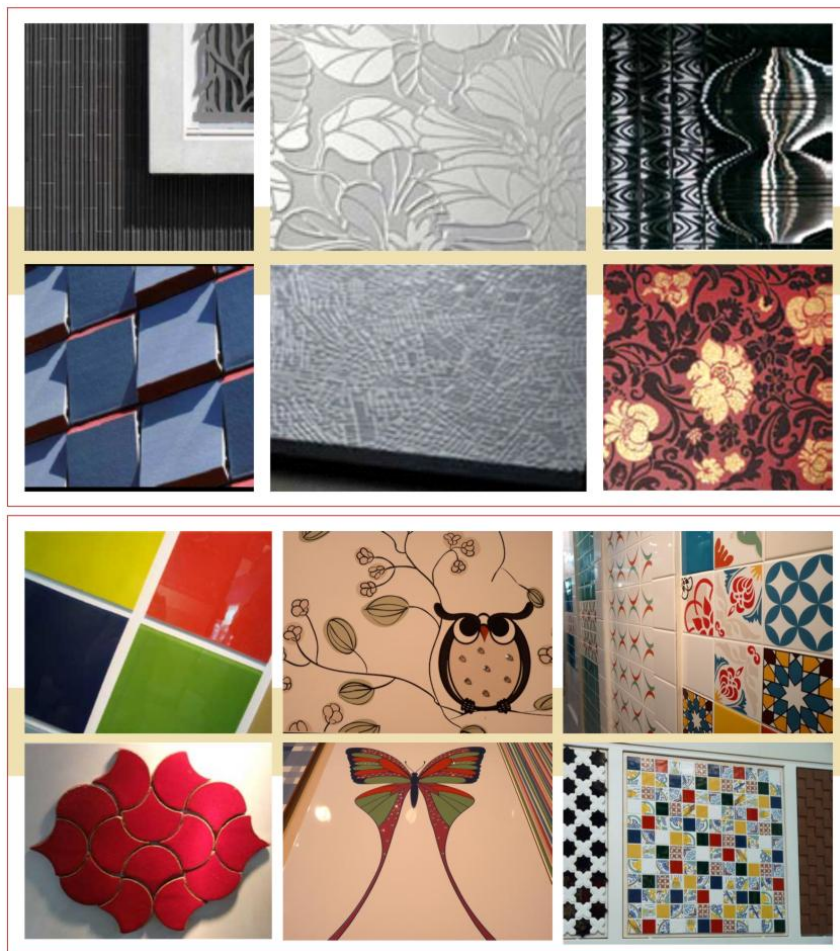


Figura 43 – Tendências em design cerâmico.  
Fonte das imagens: revistas Mundo Cerâmico; feira Revestir.

### 3.3.3 ASSOCIAÇÃO DE IDEIAS

Essa etapa da metodologia não pode ser separada das demais, sendo o principal ponto em que as produções mentais podem ser materializadas. É a fase de inspiração, com registro da coleta de referências formais, sem as quais não há iluminação.

Iniciou-se a inspiração e a iluminação que, segundo GOMES (2001, p.97), em desenho é a chamada “heureka” e é o fruto da soma de três principais ações: a imaginação e a sua subsequente modelagem; comparação analítica de cada uma das características técnico-funcionais, estético-formais e lógico-informacionais que servem como parâmetros ao produto; e, seleção de alternativas, fazendo uma vasta coleta de referencial para a forma dos produtos a serem projetados, através de imagens inspiradoras. Analisaram-se imagens inerentes aos requisitos do projeto, como ilustra a Figura 44.

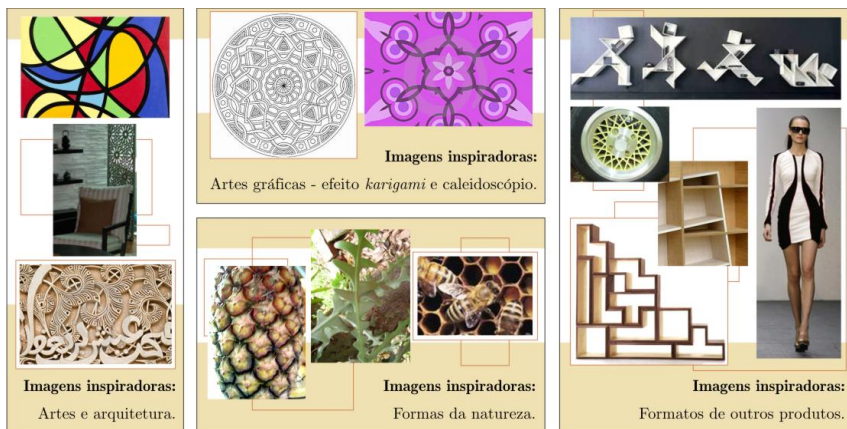


Figura 44 – Exemplos da coleta de referenciais formais.  
Fonte das imagens: trabalho de campo; <http://www.sxc.hu>.

As referências formais foram organizadas e analisadas segundo a classificação da Figura 41: artes e arquitetura; artes gráficas (efeito “*karigami*” e caleidoscópio); formas da natureza e formatos de outros produtos. Essas imagens representam formas essencialmente planas, que indicam uma seção, dando a impressão do caminho da extrusão. Alimentou-se o imaginário de associação com ideias acerca do processo e do material e, conseqüentemente, a criatividade.



## **Capítulo 4**

# **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Este capítulo aponta os resultados da aplicação da metodologia de design para o desenvolvimento de produtos cerâmicos extrudados, detalhando as fases de elaboração do projeto, com a geração de alternativas, juntamente com a de finalização, em que se produziram modelos virtuais dos produtos. Aplicaram-se os parâmetros do material cerâmico e do processo de extrusão, que constituem o conceito dos novos produtos, juntamente aos fundamentos e aspectos inerentes à forma dos produtos.

Trata-se da aplicação da metodologia projetual como parte experimental (procedimento técnico) da dissertação. O aparato experimental constitui parte fundamental dos resultados gerados por esta dissertação, além da metodologia desenvolvida. A infra-estrutura requerida na realização do procedimento experimental, em nível projetual (pré-industrial): recursos de pesquisa, matérias e estrutura para desenho e softwares de desenho vetorial, manipulação e edição de imagens, desenho técnico e de simulação virtual.

## **4.1 ELABORAÇÃO DO PROJETO**

Após a preparação, com o desenvolvimento de recurso metodológico, conhecendo as características e propriedades dos materiais cerâmicos, as suas possibilidades e limitações quando processados por extrusão (que diz respeito a viabilidade produtiva), o mercado (contexto), buscando referenciais formais para a criação de novos produtos, dentro das possibilidades investigadas na fase de elaboração, associaram-se esses aspectos transformando-os em conceitos, através de desenhos (projetos).

Na busca pela inovação, iniciou-se a geração de alternativas com características específicas de aplicações, fundamentadas no design e no nicho de mercado (contexto do setor de cerâmica estrutural extrudada), considerando o custo e demanda reprimida pela oferta escassa, provocando a busca por produtos diferenciados e expansão de mercados.

#### 4.1.1 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Refletiu-se sobre novas possibilidades de aplicações para produtos cerâmicos extrudados considerou-se, para cada alternativa, a seguinte descrição: os produtos similares no mercado (tipos e materiais) e suas aplicações.

Na criação, propriamente dita, com geração de alternativas, através de esboços e decomposição das formas básicas, chegou-se, inicialmente, a nove possíveis aplicações para os produtos cerâmicos extrudados, que foram avaliados e selecionados, parcialmente: sistema de fachada ventilada, revestimento para a parte inferior das paredes, paredes verdes, divisórias de ambientes, painéis decorativos funcionais, painéis decorativos artísticos, rodapé (rodaforro e rodameio) e luminárias.

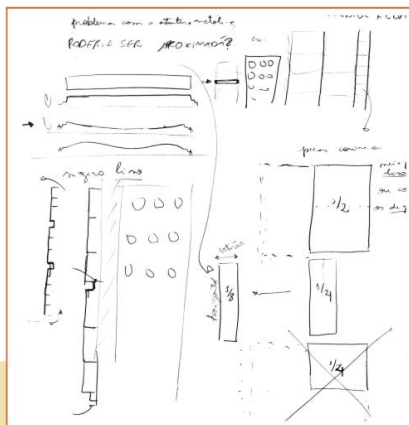
Partindo do pré-suposto de que projetar é um ato futuro, que necessita planejamento, “são imagens mentais que se transformam em realidade e, para isso, deve-se saber o quê e como fazer, definindo e delimitando de modo preciso e adequado” (Rodrigues & Rosa, 2007, *idem*), destinaram-se momentos para ajustes e correções aos possíveis erros e falhas no decorrer do projeto, detalhados nos itens seguintes.

##### 4.1.1.1 Aplicação 1 - Sistema de fachada ventilada

Aplicação como sistema de revestimento de fachada ventilada, envolveu um estudo em torno dos seus princípios, trabalhando o conceito de peças vazadas para gerar a cortina de ar e o efeito chaminé. A Figura 45 traz uma síntese da geração de alternativas para a aplicação 1, com detalhamento. É um sistema que requer uma equipe de projeto, devido a sua complexidade. Para o bom funcionamento do sistema seria necessário criar uma linha de produtos destinados somente para essa aplicação.

Partiu-se, então, do conceito de criar revestimento isolante térmico e acústico para fachadas, com baixa complexidade, tendo como foco principal à próxima etapa, a simplificação do princípio e a não utilização de estrutura metálica.

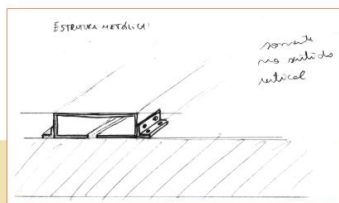


**Aplicação**

Sistema de fachada ventilada.

**DESENHOS****Fundamentos:**

Fixação com base metálica, formando uma cortina de ar (com efeito chaminé), proporcionando o conforto térmico e acústico.

**Contextualização no mercado:**

Os produtos que existem são fabricados internacionalmente, em cerâmica e metal, com potencial de fabricação no Brasil como alternativa ao setor de extrusão.

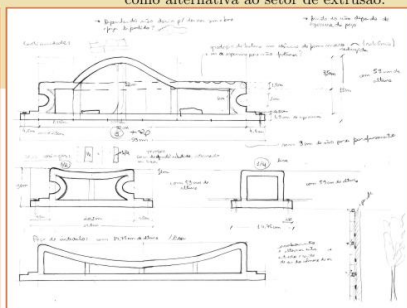
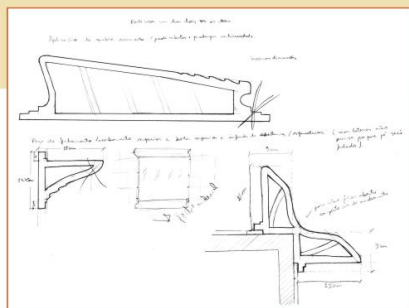


Figura 45 – Produtos criados na geração de alternativas - aplicação 1.

#### 4.1.1.2 Aplicação 2 - Revestimento para a parte inferior das paredes

A aplicação como revestimento para a parte inferior das paredes, pode ser utilizada em ambientes internos como, por exemplo, em oratórios, ou na parte externa das paredes, ao invés de aplicar revestimento cerâmico convencional, nos quais acumula sujeira, podendo ter função térmica e acústica.

A Figura 46, traz um resumo da geração de alternativas da aplicação 2, com uma imagem de barrados, normalmente feitos em madeira, com aplicação de papel de parede na parte superior que poderiam utilizar cerâmica, como material, explorando as suas qualidades e o processo de extrusão.

Essa aplicação foi selecionada, para ser desenvolvida na próxima etapa, por estar coerente com os requisitos de extrudabilidade e ter grande potencial de apelo estético, obtido com amplo estudo na concepção da forma.

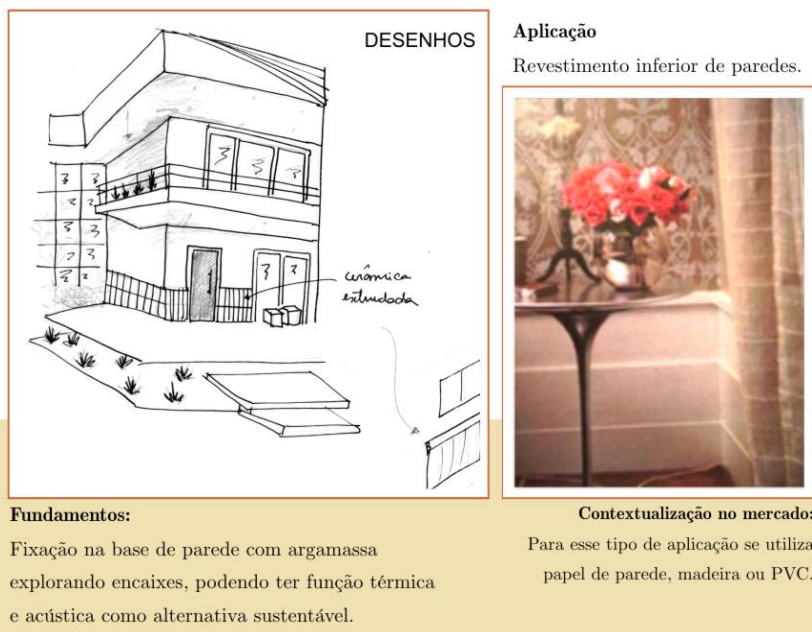


Figura 46 – Síntese da geração de alternativas para a aplicação 2.

#### 4.1.1.3 Aplicação 3 – Paredes verdes

Como aplicação em paredes verdes, poderia ser trabalhado o conceito de “winblock”, tendo a possibilidade de aplicação de vegetações, em divisórias de ambientes construídas de peças cerâmicas. A Figura 47 ilustra a geração de alternativas da aplicação obtidas, que continham formato muito complexo para o tipo de processo em questão.

Embora o interesse ecológico e o potencial estético sejam favoráveis, com a utilização de encaixes e valorização da forma, optou-se por descartá-la, podendo desenvolver em projetos futuros.

A complexidade, na concepção das formas propostas, poderia comprometer a questão do uso do processo de extrusão, podendo, a alternativa, ser amadurecida em um trabalho futuro.



Figura 47 – Síntese da geração de alternativas para a aplicação 3.

#### 4.1.1.4 Aplicação 4 - Divisórias de ambientes



Figura 48 – Síntese da geração de alternativas para a aplicação 4.

Na aplicação como divisórias de ambientes internos ou externos, também, poderia ser trabalhado o conceito de “winblock” e, até mesmo, o de paredes verdes com plantas, folhagens e outras vegetações aplicadas, como função adicional. A Figura 48 ilustra o

conceito demonstrando o conceito “*winblock*”, que já existe no mercado, mas a aplicação poderia ser adaptada ao processo de extrusão.

Essa aplicação foi selecionada para ser desenvolvida na próxima etapa, podendo ter uso adicional, como parede verde, englobando a aplicação anterior. Como alternativa ecologicamente sustentável, permite maior entrada de iluminação natural, a economia de energia.

#### 4.1.1.5 Aplicação 5 - Painéis decorativos funcionais

A aplicação como painéis decorativos funcionais permite o revestimento de paredes específicas, criando formatos diversos ou cobrindo-as completamente para diferenciá-las, podendo substituir a confecção de texturas com função térmica e acústica nos ambientes em que for utilizada. A aplicação pode ser compreendida na Figura 49.

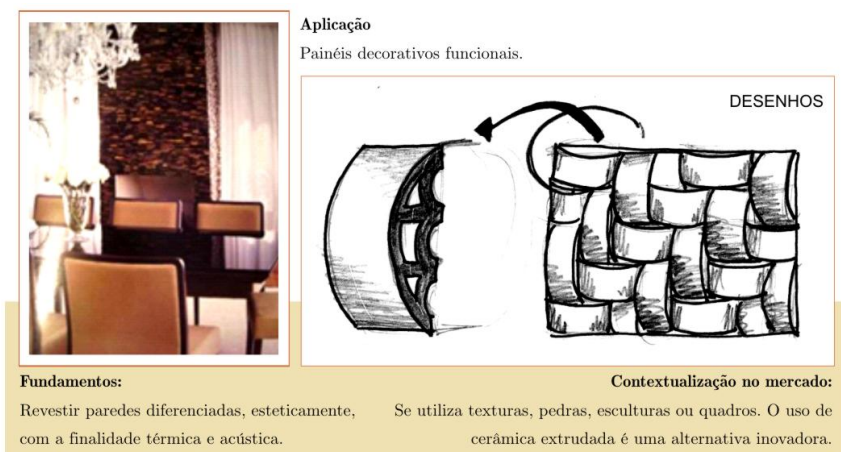


Figura 49 – Síntese da geração de alternativas para a aplicação 5.

Os produtos podem ser utilizados na construção de uma parede decorativa ou compor um painel decorativo em cerâmica, podendo ser utilizados em ambiente com finalidade térmica, sendo a alternativa sustentável o uso da cerâmica extrudada.

Essa aplicação tem apelo estético e potencial arquitetônico, sendo selecionada para aprofundamento, nas etapas posteriores, da metodologia desenvolvida.

#### 4.1.1.6 Aplicação 6 – Painéis decorativos artísticos

A aplicação como painéis decorativos artísticos é outra opção para a decoração de ambientes. A proposta tem intenção de alto valor estético e artístico, podendo fabricar peças exclusivas, com potencial arquitetônico.

Porém, no quesito de extrudabilidade as peças geradas são inviáveis tecnicamente por serem assimétricas e, também, para a sua fabricação, seria necessário um corte com espessura que impossibilitaria o processo. O processo de extrusão tem suas limitações por exigir que a matriz tenha uma face plana na base onde é apoiada a peça na esteira. (Figura 50), por esses motivos, o produto não foi selecionado.

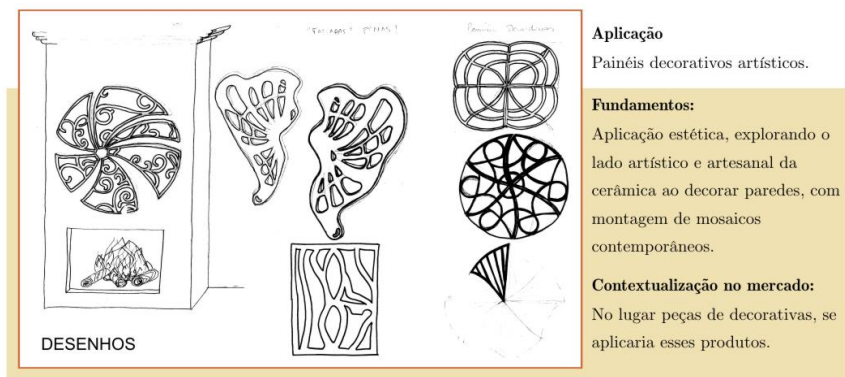


Figura 50 – Síntese da geração de alternativas para a aplicação 6.

#### 4.1.1.7 Aplicação 7 – Palitos decorativos

A aplicação como palitos decorativos, aproveitaria o potencial do processo de extrusão, fabricando formatos, dimensões, texturas e acabamentos diversificados. A Figura 51 ilustra essa aplicação.

O conceito tem apelo estético, pela liberdade de uso das peças, aos decoradores e arquitetos. Pelo potencial de desenvolvimento, foi selecionada para a etapa seguinte do projeto.

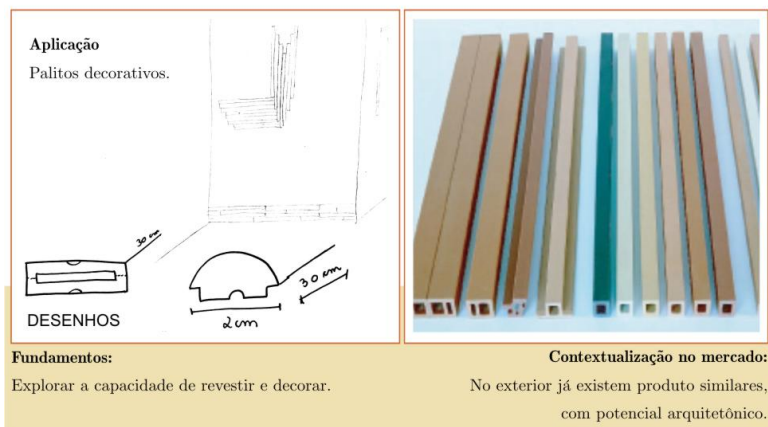


Figura 51 – Síntese da geração de alternativas para a aplicação 7.

#### 4.1.1.8 Aplicação 8 - Roda pé, roda forro e roda meio

A aplicação como roda pé, roda forro e roda meio é uma opção original e pode ser pensada, visto que esses produtos são, geralmente, feitos de madeira, gesso, PVC e isopor, destoando do piso cerâmico, além dos que são feitos com cortes da própria cerâmica do piso.

A Figura 52 traz um resumo do que foi desenvolvido e um exemplo de rodapé feito com a cerâmica do piso. Os ambientes podem ser valorizados se projetada uma peça cerâmica, especificamente, para isso, explorando a extrusão.

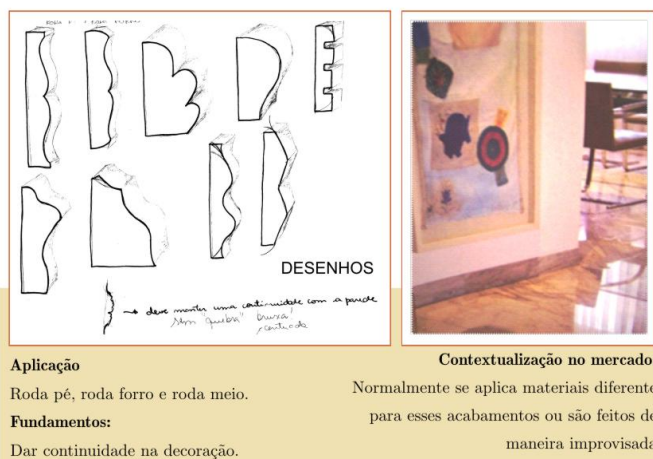


Figura 52 – Síntese da geração de alternativas para a aplicação 8.



Essa oportunidade destacada tem potencial aplicativo, intenções de apelo arquitetônico e coerência no uso de materiais. Considerada de difícil comercialização, já que os produtos fabricados em outros materiais estão consolidados e são populares, por isso não foi selecionada.

#### 4.1.1.9 Aplicação 9 - Luminária

A aplicação como luminárias integradas à arquitetura, é um conceito novo e pode servir para a criação de produtos em cerâmica extrudada.

Algumas alternativas foram geradas e estão demonstradas na Figura 53. Essa aplicação segue as tendências atuais em decoração, onde as luminárias passam a ser peças de decoração, além de iluminar. A alternativa foi descartada pela complexidade das ideias que envolveriam sistemas elétricos, execução de furos e, possível, fragilidade das peças criadas.

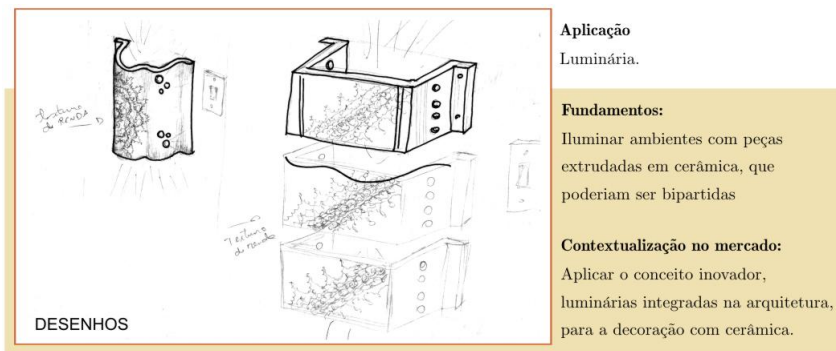


Figura 53 – Síntese da geração de alternativas para a aplicação 9.

A seleção seguiu uma metodologia simplificada, analisando os requisitos de potencial de fabricação por extrusão (extrudabilidade) e potencial mercadológico pelo apelo estético. As cinco possibilidades aplicativas de inovação em extrusão cerâmica, para o projeto final, foram selecionadas para o procedimento técnico experimental – projeto de produto. As aplicações selecionadas, 1, 2, 4, 5, e 7, foram reenumeradas e reorganizadas segundo o tipo de aplicação e função em potencial:

- Aplicações como revestimento, podendo ter função acústica e térmica - alternativa 1, sistema de revestimento de fachadas; e alternativa 2, revestimento para paredes.

- Aplicação como divisão de espaços, podendo ter função de iluminação sustentável - alternativa 3, blocos para divisórias de ambientes.
- Aplicação como mosaico, podendo ter função decorativa, térmica e acústica – alternativa 4, painéis decorativos funcionais; e alternativa 5, palitos decorativos.

Cada alternativa foi descrita seguindo as etapas da metodologia desenvolvida, determinando a criação dos cinco produtos, paralelamente, num mesmo processo de design.

#### 4.1.2 REDESENHO DAS ALTERNATIVAS

Nesta etapa do trabalho de dissertação, foi aplicada a metodologia de desenvolvimento de produto, especificamente, para desenvolver os conceitos de aplicações selecionadas, envolvendo preparação específica, análises das referências formais (mostradas no capítulo da metodologia), fazendo a associação de ideias.

Nos estudos de forma (geração de alternativas) para cada uma das aplicações selecionadas, buscando a compreensão da aplicabilidade dos modelos selecionados, optou-se por realizar desenho gráfico computadorizado, aprimorando as alternativas.

O esboço manual, com as dimensões básicas sugeridas aos novos produtos, foi o ponto de partida para desenhar o formato da matriz dos produtos no plano bidimensional, com o auxílio de software de desenho vetorial, demonstrando a aparência dos produtos, encaixes e paginações possíveis. A Figura 54 ilustra o início dessa etapa.

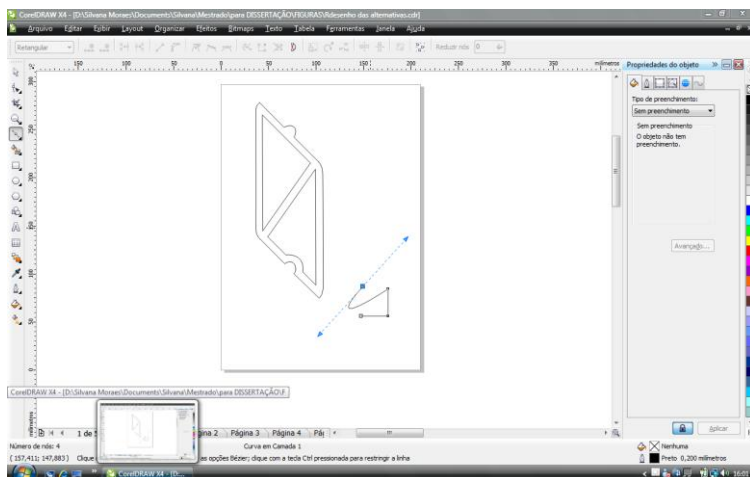


Figura 54 – Início da etapa de redesenho das alternativas em software.



Posteriormente, definiram-se os modelos mais adequados aos requisitos dos produtos e passou-se ao desenho tridimensional, no plano bidimensional, simulando a extrusão, graficamente.

Os aspectos enfatizados neste projeto são: atenção à uniformidade das espessuras das peças para evitar a fratura, após a queima; as texturas, com aplicação de graduação de profundidade, afastamento e continuidade, partindo das formas primárias dando os formatos das reentrâncias e saliências (simplificando a essência da forma).

A seguir, serão apontados os aprimoramentos das cinco aplicações escolhidas, na seleção final, após a geração de alternativas específica de cada uma.

#### 4.1.2.1 Aplicação 1 - Revestimento de fachadas

Para aplicação como revestimento de fachadas, a geração de alternativas passou por formatos diversificados, chegando-se ao que simplificou o princípio de ventilação ou efeito chaminé, para a aplicação no revestimento de edificações térreas (ou com até 3 pavimentos, residenciais ou comerciais, para evitar a adaptação de intervalos, pois em grandes edificações pode haver efeito contrário, ao esperado, de conforto térmico (conforme fundamentação teórica). A angulação de 45° é para proporcionar o acabamento nos cantos das paredes. A Figura 55 mostra os desenhos aprimorados do modelo selecionado, para o revestimento de fachadas.

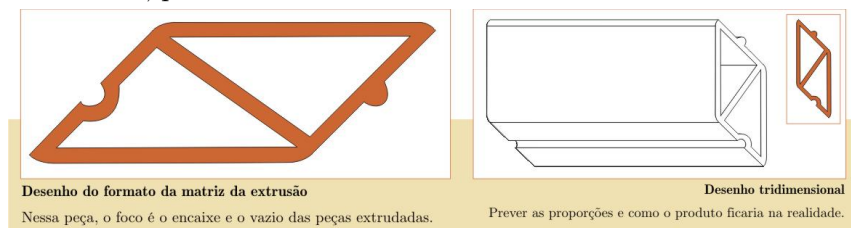


Figura 55 – Peça cerâmica para o revestimento de fachadas.

#### 4.1.2.2 Aplicação 2 - Revestimento para paredes

Para essa alternativa, foram estudados formatos e encaixes diversos, mas, nem todos eram coerentes com os requisitos de extrudabilidade e de aplicabilidade em qualquer ambiente e estilo de decoração. Por isso, optou-se por um formato com encaixe simples e textura neutra, que pode ser aplicado horizontal ou verticalmente.

Imaginou-se, a princípio, a aplicação em partes das paredes (parte inferior, superior) ou em paredes específicas dos ambientes, não para revestir a totalidade de ambientes nem fachadas (Figura 56).

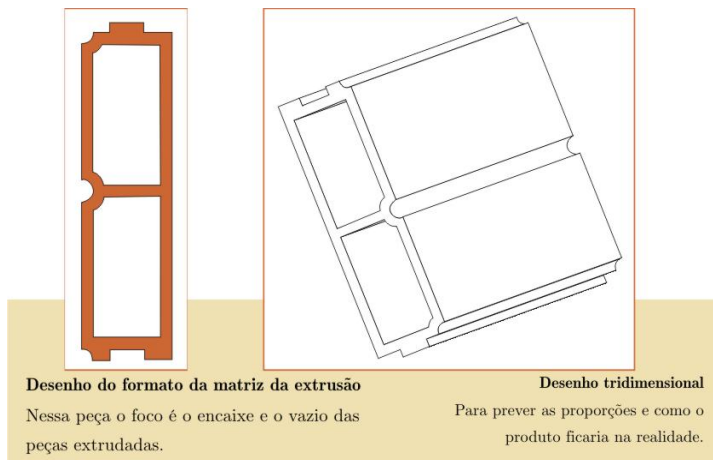


Figura 56 – Peça cerâmica para o revestimento para paredes.

#### 4.1.2.4 Aplicação 3 – Bloco Ondas

Para essa aplicação, se desenvolveu um estudo específico, para verificar qual modelo proporcionaria a melhor paginação, na aplicação como divisão de ambientes.

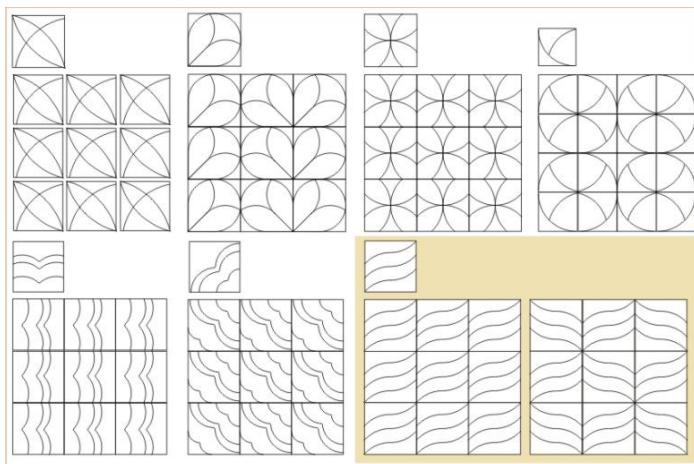
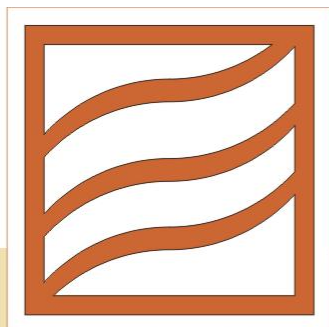


Figura 57 – Síntese das paginações para as alternativas da aplicação 3.

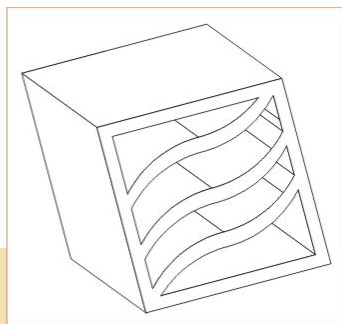
Para isso, todos os modelos selecionados, parcialmente, foram redesenhados, em vetores, e estudados em detalhes, como mostrado no resumo da Figura 57.

A alternativa em destaque na Figura 57 foi considerada a mais promissora, por ter um formato neutro e com apelo estético sem, assim, interferir na composição dos outros elementos da decoração de um ambiente, pois as formas da peça são neutras. Ela foi desenhada de forma aprimorada, cujo resultado está na Figura 58.



**Desenho do formato da matriz da extrusão**

Nessa peça o foco é o espaçamento vazio obtido pelo processo de extrusão cerâmica.



**Desenho tridimensional**

Para prever as proporções e como o produto ficaria na realidade.

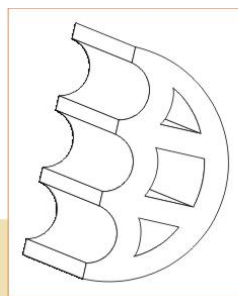
**Figura 58 – Peça cerâmica que foi chamada bloco Ondas.**

#### 4.1.2.5 Aplicação 4 - Blocos decorativos funcionais - Tramas



**Desenho do formato da matriz da extrusão**

Nessa peça o foco é o formato proporcionado pela montagem das peças obtidas por extrusão.



**Desenho tridimensional**

Para prever as proporções e como o produto ficaria na realidade.

**Figura 59 - Cerâmica para a composição de painéis decorativos funcionais.**

Essa alternativa foi projetada explorando a montagem, simulando tramas, por isso, a escolha do nome da peça. Porém, obviamente, as paginações podem ser variadas. Esse produto pode reforçar a função acústica e térmica de paredes, favorecendo a formação de uma camada de ar (ventilação). A peça aprimorada em desenho está na Figura 59.

#### 4.1.2.7 Aplicação 5 – Palitos decorativos

A aplicação como palitos decorativos segue o conceito de “*baguette*”, que já são fabricados no exterior, mas, nesse caso, a função seria decorativa, explorando a montagem como mosaicos cerâmicos, para embelezar ambientes. A peça selecionada foi aprimorada em desenho da Figura 60. Trata-se de uma peça de pequena largura e espessura, mas longilínea, que poderia ter diversos acabamentos. Na mesma aplicação poderiam ser utilizados recursos de acabamento e cores diferentes, proporcionando efeito visual e apelo estético favoráveis.

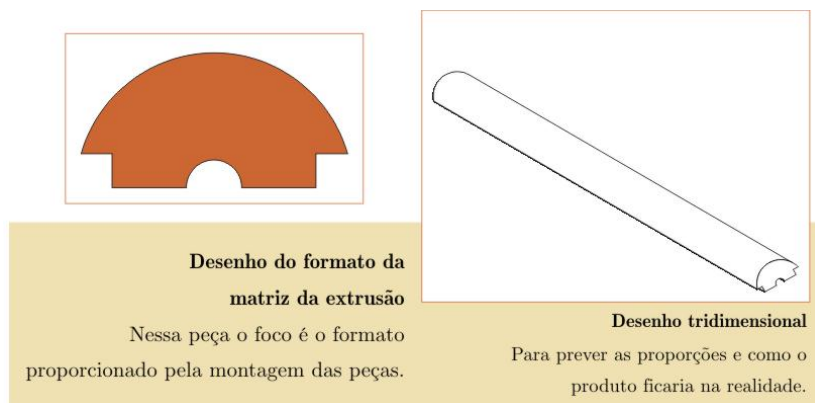


Figura 60 – Desenho aprimorado do palito decorativo.

As cinco alternativas aprimoradas passaram à etapa de desenvolvimento de modelos.

### 4.1.3 DESENVOLVIMENTO DE MODELOS VIRTUAIS

Desenvolveram-se, nesta etapa, os modelos tridimensionais, em plano bidimensional, para avaliar e verificar cada produto, detectando os problemas e procurando solucioná-los. Realizou-se a modelagem virtual em softwares de desenho, Figura 61, em que a extrusão dos blocos foi simulada para após renderizá-los e montar a paginação.

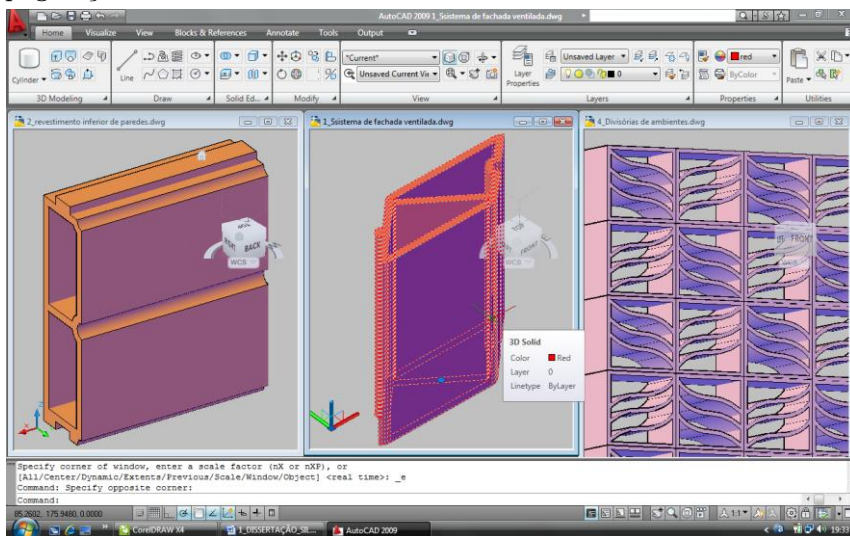
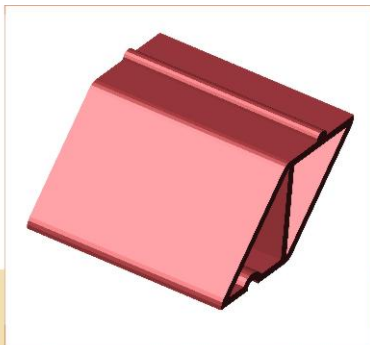


Figura 61 – Demonstração da execução da etapa da modelagem virtual.

A renderização é, na verdade, uma simulação virtual de materiais. Para essa etapa, optou-se por simular os tons de cerâmica natural, conseguindo vislumbrar as combinações possíveis e os usos que os produtos proporcionam. Nas paginações aparecem exemplos da infinidade de montagens possíveis com os módulos cerâmicos criados. O resultado desse processo, para cada um dos produtos, é descrito a seguir.

#### 4.1.3.1 Revestimento de fachadas

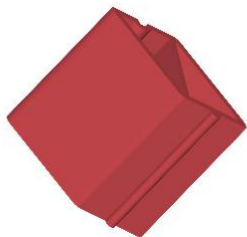
A simulação da peça cerâmica para o revestimento de fachadas foi realizada para visualizar a cor do material natural e os possíveis defeitos. A Figura 62 mostra a imagem bidimensional obtida com a modelagem virtual.

**Revestimento para fachadas renderizado**

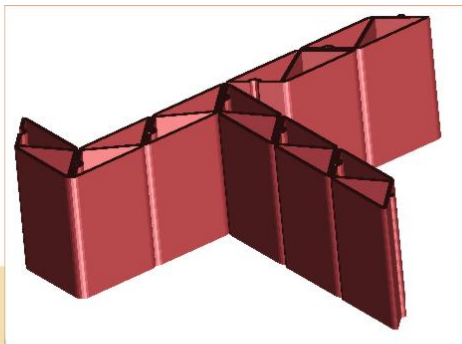
Uma simulação de um bloco em cerâmica para assentamento com argamassa.

Figura 62 - Modelagem virtual do bloco para revestimento de fachadas.

Para visualizar a qualidade do encaixe foi necessário prever a montagem do produto, imagem da Figura 63, verificando os encaixes e os acabamentos, para cantos, em vários os sentidos.

**Detalhamento dos encaixes:**

O sistema pode proporcionar um acabamento uniforme na parte da peça que ficar visível, formando textura neutra e harmônica com o ambiente.

**Modelagem tridimensional da paginação**

A peça pode ser invertida para dar o acabamento em várias as direções.

Figura 63 – Paginação e simulação do material, revestimento de fachadas.

O aspecto fundamental nesse produto é a possibilidade de inversão dos blocos para adaptação, dando acabamento, na parte visível da parede, além de utilizar encaixes, economizando argamassa e tempo de instalação.

#### 4.1.3.2 Revestimento para paredes

Esse produto foi simulado virtualmente para visualizar o material natural e verificar a precisão dos encaixes (Figura 64).

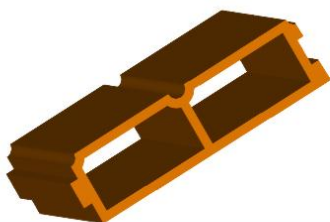


##### Revestimento para paredes renderizado

Uma simulação de um bloco em cerâmica para assentamento com argamassa em paredes.

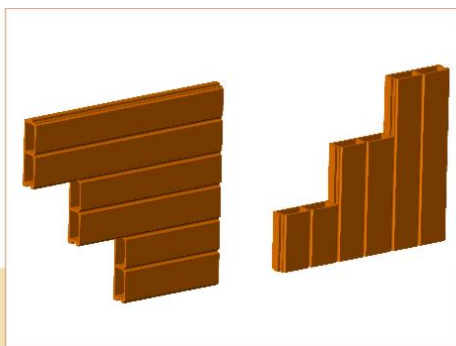
Figura 64 - Modelagem virtual do bloco para revestimento de paredes.

Chamou a atenção as reentrâncias do produto em uma das faces e a ausência na outra, propiciando a aplicação, com a finalidade estética, nas duas maneiras, dando liberdade à aplicação em projetos simples e arrojados.



##### Detalhamento dos encaixes

O sistema pode proporcionar o uso em dois sentidos, formando ou não a textura, dependendo da decoração do ambiente projetado.



##### Modelagem tridimensional da paginação

A peça pode ser utilizada vertical ou horizontalmente, não tendo definida a parte frontal ou posterior.

Figura 65 – Paginação e simulação do material, revestimento de paredes.

A montagem permitiu a percepção de que é possível aplicar essas peças vertical ou horizontalmente, dependendo do efeito de textura desejada (Figura 65). É um produto com essência simples e potencial mercadológico.

#### 4.1.3.3 Bloco Ondas

A simulação virtual desse produto pode ser vista na Figura 66. Nesse momento é que ocorrem as alternativas de possibilidades de uso dos módulos, principalmente, porque esse produto segue um conceito conhecido de “*winblock*”. Eles podem ser aplicados como divisórias de ambientes, compondo paredes ou formando detalhes em entradas de iluminação.



Figura 66 - Modelagem virtual do bloco cerâmico Ondas.

A paginação desses blocos foi feita de maneira simplificada, para visualizar o desenho formado com a montagem das peças. Eles podem ser utilizados de outras maneiras como, por exemplo, alternando entre peças vazadas e fechadas ou alternando a posição. A Figura 67 ilustra a modelagem virtual da paginação sugerida.



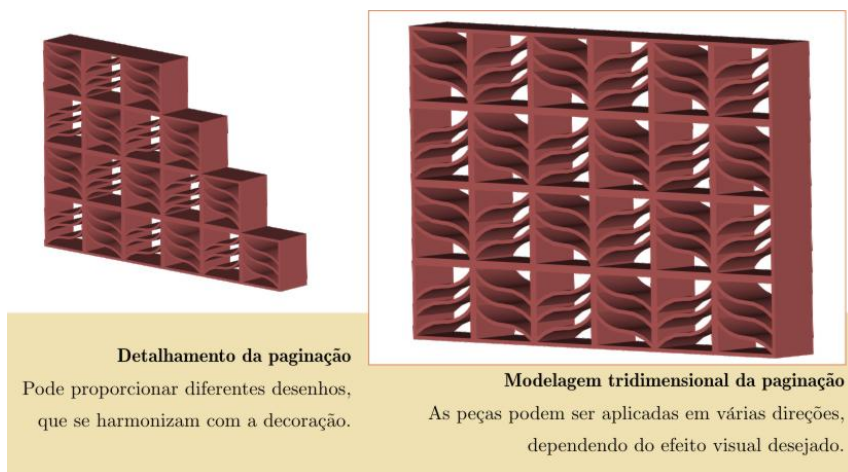


Figura 67 – Paginação e simulação do material, blocos Ondas.

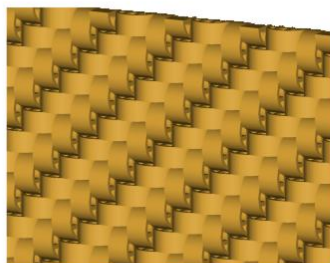
#### 4.1.3.4 Blocos decorativos funcionais - Tramas

Esse produto foi desenhado com a finalidade de ser montado como mosaicos nas paredes. Projetou-se uma paginação, simulando tramas, por isso foi sugerida a fabricação de uma “meia” peça, com a finalidade de dar acabamento lateral. A simulação virtual da Figura 68 demonstra os modelos obtidos.



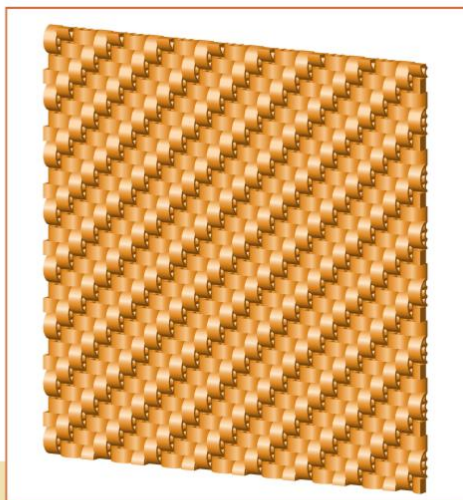
Figura 68 - Modelagem virtual do bloco cerâmico Trama.

Estudou-se a aplicação projetada realizando a montagem e renderizando, na Figura 69. Verificou-se que o apelo estético é elevado, com potencial mercadológico, sendo um produto diferenciado.



#### **Disposição como tramas**

A peça foi concebida para aplicação com essa disposição, mas há a possibilidade de paginações diferenciadas.

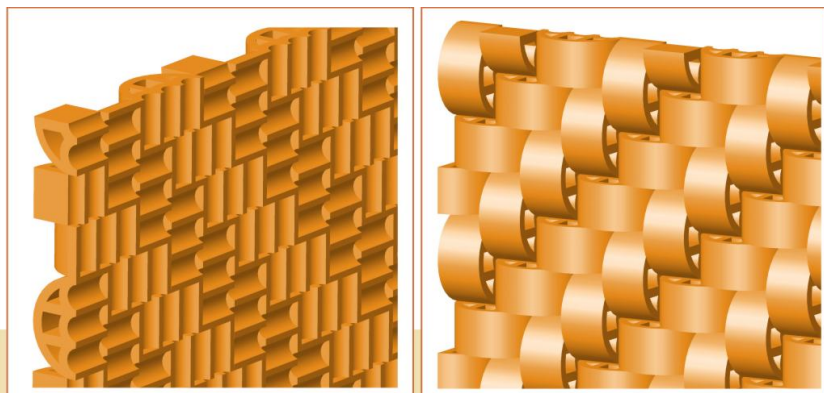


#### **Modelagem tridimensional da paginação**

As peças foram montadas simulando uma parede revestida para visualizar o efeito visual provocado.

**Figura 69 – Simulação renderizada da paginação do bloco Trama.**

Com a modelagem em três dimensões pode-se ter a noção de como a montagem das peças ficaria vista por trás. Constatou-se que o efeito visual na parte posterior da paginação, Figura 70, também tem valor estético e pode ser aproveitada, dependendo da intenção do projeto decorativo do ambiente em que as peças forem aplicadas.

**Detalhamento da disposição como tramas**

Essa disposição dá um efeito visual diferenciado também se a peça for invertida. O detalhe favorece a aderência.

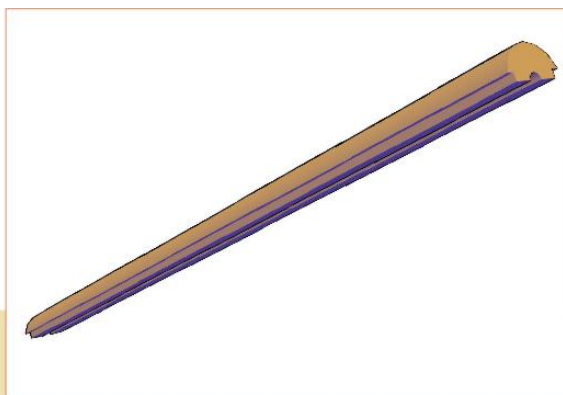
**Modelagem tridimensional da paginação**

A montagem pode ser vista em detalhes, com a meia peça cumprindo o papel de acabamento lateral.

Figura 70 – Vista posterior e detalhamento dos blocos Trama.

#### 4.1.3.5 Palitos decorativos

Esse produto foi simulado virtualmente confirmando o seu potencial aplicativo no campo da decoração. A peça foi simulada em blocos como pode ser vista na Figura 71, podendo visualizar como o produto ficaria em tons de cerâmica natural.

**Simulação virtual do palito decorativo**

Palito em cerâmica para assentamento com argamassa para decorar paredes.

Figura 71 – Simulação virtual dos palitos decorativos.

O produto possibilita livre aplicação e a montagem das peças, o que lhe confere valor agregado, do ponto de vista estético (Figura 72). Para essa peça seria fundamental a fabricação com acabamento esmaltado, em diversas cores, para dar liberdade de adaptação aos ambientes e decorações.



Modelagem tridimensional da paginação

A peça pode ser utilizada vertical ou horizontalmente, proporcionando efeitos visuais variados.

Figura 72 – Simulação da paginação dos palitos decorativos.

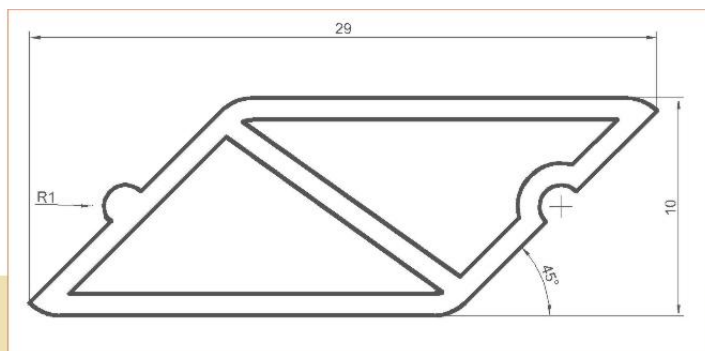
### 4.3 FINALIZAÇÃO DO PRODUTO

Esta é a última fase da metodologia de design, onde, optou-se por realizar as atividades de finalização do produto até a etapa de confecção do desenho ilustrativo, já que o objetivo não é a materialização dos produtos, mas a aplicação da metodologia e dos conceitos gerados com a sua utilização. As etapas descritas a seguir são a de desenho construtivo e a de desenho ilustrativo. Trata-se de vislumbrar as possibilidades de aplicações e sugestões de uso (instalação) dos produtos, demonstrando-os nos possíveis ambientes de aplicação.

### 4.3.1 DESENHO CONSTRUTIVO

Os desenhos construtivos, a seguir, podem servir para desenvolver modelos de alta fidelidade, em escala real e no material em que vai ser fabricado, podendo testar os produtos em trabalhos futuros, possibilitando o aprimoramento (através do redesenho) e a industrialização dos produtos, pelos empresários do setor, interessados.

A Figura 73 demonstra o dimensionamento sugerido ao produto cerâmico para fachadas, fazendo uso da extrusão como maneira de obter o vazio nas peças, o suficiente para gerar uma camada de ar, proporcionando conforto térmico nos ambientes em que forem aplicados. Para todos os produtos, procurou-se manter a simetria dimensional nas espessuras das peças para não haver problemas na queima.

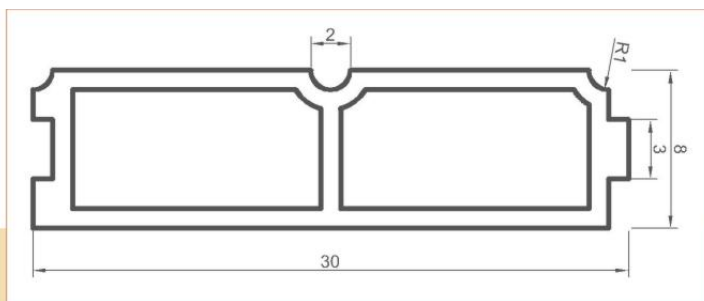


**Desenho construtivo:**

O bloco cerâmico para fachadas tem seção de extrusão de 30 cm.

Figura 73 – Desenho construtivo do bloco para revestimento de fachadas.

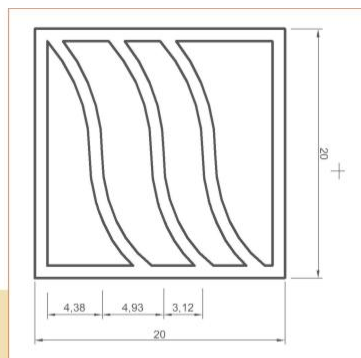
Na Figura 74, pode ser observado o detalhamento dimensional sugerido aos produtos cerâmicos para revestimentos de paredes e, também, foi utilizado o vazio da extrusão para proporcionar conforto térmico e acústico.

**Desenho construtivo:**

O bloco cerâmico para paredes tem seção de extrusão de 25 cm.

Figura 74 – Desenho construtivo da cerâmica de revestimento de paredes.

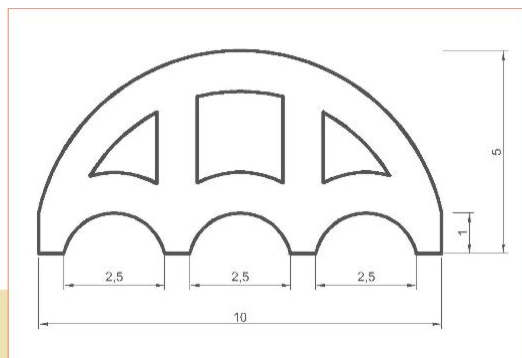
O bloco em ondas tem o seu detalhamento dimensional na Figura 75. O objetivo foi obter a simetria da peça. As formas sinuosas são o que diferencia essa peça dos tradicionais blocos vazados, conferindo uma forma neutra, para a aplicação em diversos ambientes.

**Desenho construtivo:**

O bloco Ondas tem seção de extrusão de 15 cm.

Figura 75 – Desenho construtivo do bloco cerâmico Ondas.

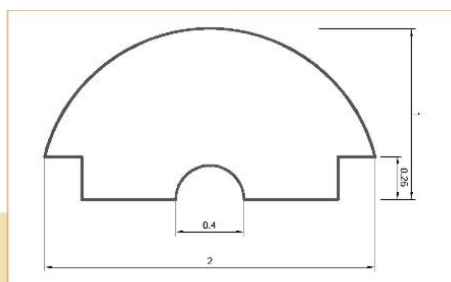
O desenho construtivo, mostrado na Figura 76, traz o detalhamento da peça criada para a construção de painéis decorativos, blocos Tramas. A peça está baseada em formas básicas e, quando aplicada, confere aparência diferenciada às superfícies em que for aplicada. As dimensões da seção de extrusão e o comprimento da peça são complementares, conseguindo a paginação como trama quando posicionadas em sentidos opostos.

**Desenho construtivo:**

O bloco cerâmico para painéis decorativos tem seção de extrusão de 5 cm, para permitir a montagem projetada.

Figura 76 – Desenho construtivo da cerâmica para painéis decorativos.

Os palitos decorativos são peças maciças e afinadas que, para ter a estrutura resistente, necessitaram ter espessura aumentada (Figura 77). O comprimento da seção explora a característica da extrusão, não impedindo que peças de menor comprimento sejam adaptadas ao projeto.

**Desenho construtivo:**

Os palitos tem seção de extrusão de 30 cm.

Figura 77 – Desenho construtivo dos palitos decorativos.

#### 4.3.2 DESENHO ILUSTRATIVO

Os desenhos ilustrativos foram executados em software de desenho em blocos. A Figura 78 ilustra as primeiras etapas de construção da forma tridimensional, que trabalha diretamente com a simulação de formatos tridimensionais. Esse tipo de desenho

possibilitou a modelagem virtual (por simulação no plano bidimensional) das alternativas criadas, contextualizando em diversos ambientes e suportes de aplicação, permitindo analisar os usos dos produtos.

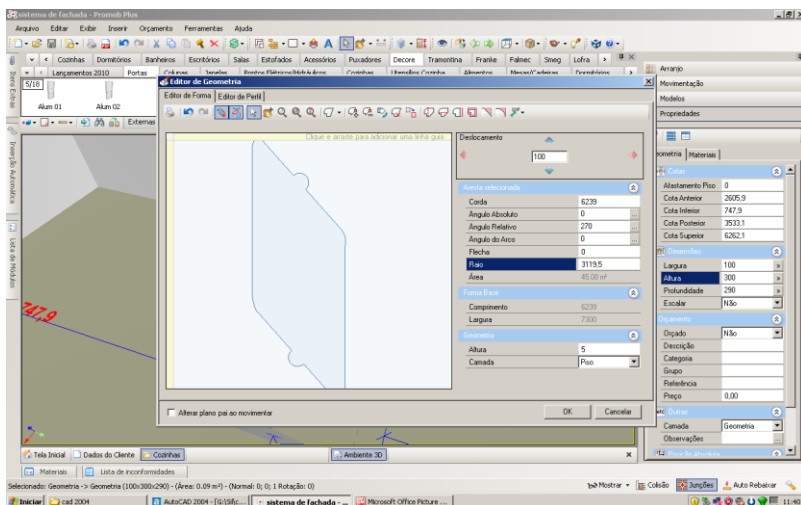


Figura 78 – Modelagem no software Promobi.

Os modelos foram redesenhados, segundo as cotas dos desenhos construtivos, e remontados para a aplicação em cenários virtuais (Figura 79).

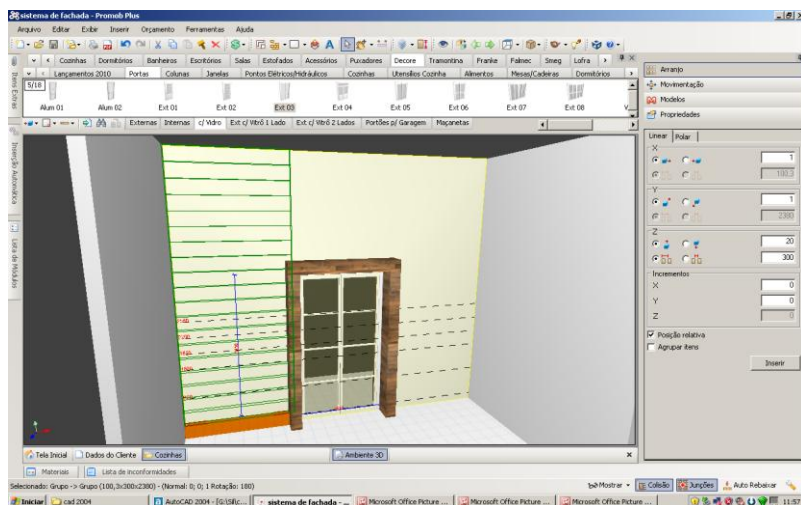


Figura 79 – Princípio de montagem de peças em um ambiente virtual.



Nessa etapa é apresentado o produto, demonstrando as proporções nos ambientes reais. Os cenários e os produtos foram adaptados para seguir as sugestões das misturas de cores sugeridas, do capítulo anterior.

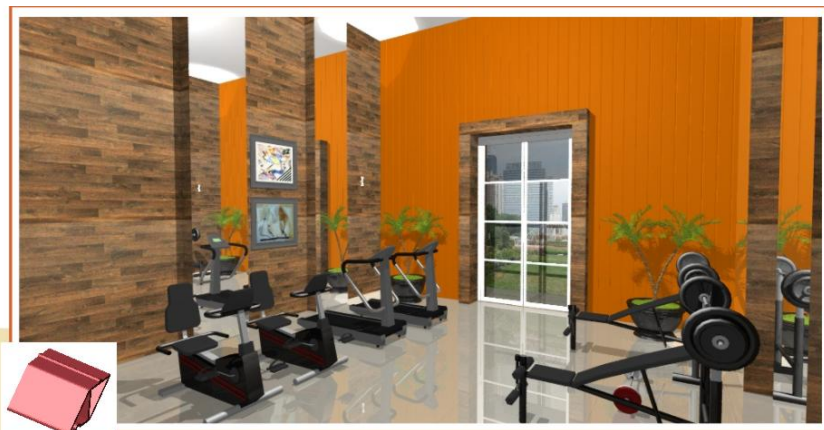
#### **4.3.2.1 Bloco cerâmico para o revestimento de fachadas**

O sistema de fachada cerâmica pode ser assentado externa ou internamente na construção, aparecendo no ambiente interno, com acabamento em granito ou mármore ou madeira nos quadros das aberturas.

Contudo, os revestimentos para fachadas apresentam algumas limitações como: condicionar a aspecto exterior das edificações; dificuldade eventual na execução de arremates, zonas de cunhais e saliências; os custos iniciais são, geralmente, elevados; e, maior risco de degradação por vandalismo, dependendo do contexto em que a edificações estiverem inseridas.

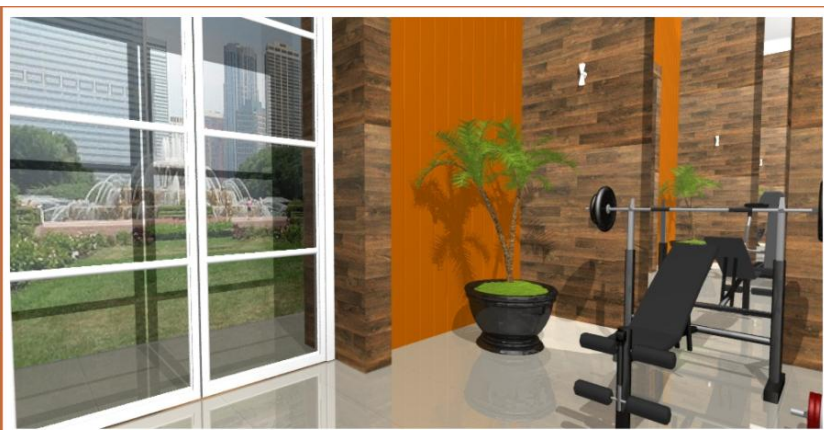
As principais vantagens e reservas do produto para revestimento de fachadas são as seguintes: isolamento térmico mais eficiente, redução do consumo energético para climatização e menores amplitudes térmicas no interior; manutenção simples e reduzida; e, proteção da estrutura da edificação e parede contra as intempéries (maior durabilidade). A presença da camada de ar facilita a evacuação do vapor de água proveniente do interior e favorece a eliminação de umidade que podem causar infiltrações; melhor isolamento sonoro; e, grande potencial na reabilitação do comportamento térmico, higroscópico e acústico das fachadas convencionais.

Para a modelagem virtual, com aplicação em um possível local de uso, optou-se por compor um ambiente que pudesse ser entendido como interno e externo de uma edificação, chamando de ambiente ambíguo. Montou-se um *rall* de entrada, porém com os equipamentos (simulando uma academia) e reflexo exterior, verificando como ficaria se fosse aplicado, também, na parte interior de um ambiente. A aplicação em ambiente virtual pode ser visualizada na Figura 80.



**Ambiente:** Comercial, simulando a de entrada de uma edificação. Ambiente ambíguo.

Figura 80 – Aplicação do bloco cerâmico para revestimento de fachadas.



**Função:** dar um acabamento funcional para fachadas e paredes de contorno dos imóveis.

Figura 81 – Comparativo com outras fachadas de edificações.

Pode-se verificar que os produtos para fachadas cumprem com os requisitos estéticos propostos, ficando em harmonia com as tendências de rusticidade, Figura 81, possibilitando acabamentos em outras cores, podendo, assim, serem adaptados aos mais variados projetos arquitetônicos.

O inusitado, nessa aplicação, foi permitir a aplicação do produto internamente nos ambientes (Figura 82), formando uma textura

neutra, na cor natural da cerâmica, devido a adequação aos diferentes elementos decorativos (mobiliários).



**Aplicação:** como fachada externa ou interna, diferencia a fachada ou parede, conferindo isolamento térmico e acústico, harmonizado com os outros materiais.

Figura 82 – Aplicação variada do produto para revestimento de fachadas.

#### 4.3.2.2 Bloco cerâmico para o revestimento de paredes

Com a execução da modelagem tridimensional desses blocos foi possível visualizar a função do produto que pode ser decorativa, proporcionando conforto térmico e acústico, observado nas imagens das Figuras 83 e 84. Os blocos para revestimento de paredes foram aplicados em um projeto de dormitório de casal (em ambiente residencial), supondo o assentamento na cabeceira na cama, como forma de ornamentar a parede e conferir conforto e aconchego. A estrutura foi feita em imbuia, como acabamento.

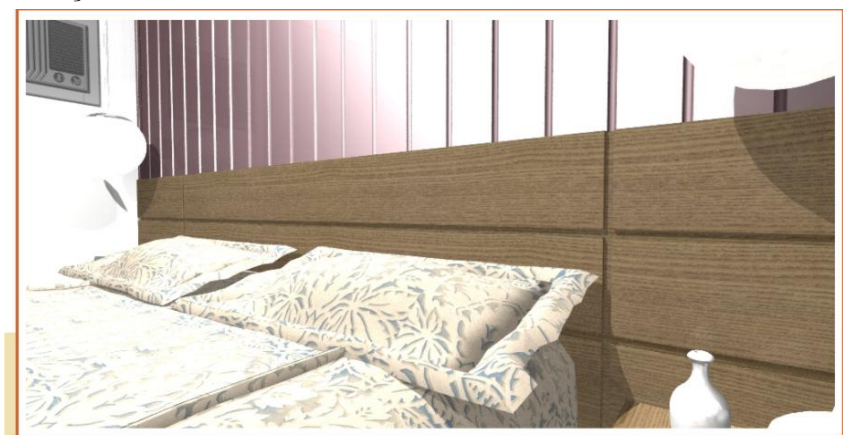
Esse tipo de produto permite uma infinidade de usos (aplicações) e poderia ser fabricado com diversos acabamentos e cores. Nessa simulação, optou por um tom de púrpura para dar mais ênfase aos produtos cerâmicos como decorativos, tornando o ambiente dinâmico, mas recomenda-se a aplicação do produto em cerâmica nos tons naturais, viabilizando a adaptação em ambientes de outros estilos e funções, conforme as intenções dos projetistas.



**Ambiente:** Dormitório de casal em ambiente residencial.

**Figura 83 –** Aplicação do bloco cerâmico para revestimento de paredes.

A Figura a 84 traz uma visão mais aproximada da aplicação do produto no cenário hipotético, em que pode ser notada a harmonia do produto com a decoração. Observou-se que há a possibilidade de fabricação de peças com dimensões maiores de 80cm à 1m, por exemplo, que supriria a demanda identificada desse aplicação, desempenhando papel de economia de argamassa e de tempo de execução.



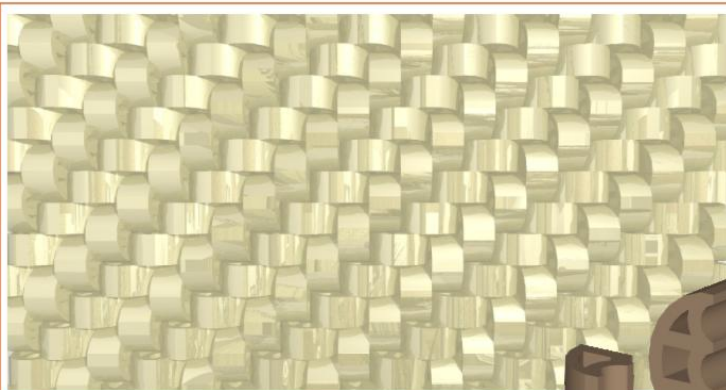
**Aplicação:** Diferenciação de uma parede, conferindo isolamento térmico-acústico, acabamentos em madeira.

**Figura 84 –** Detalhes da aplicação como revestimento de paredes.

A mistura de materiais, que com esse projeto inclui a cerâmica no centro da decoração, se mostra positiva em ambientes residenciais, saindo do tradicional concreto e parede de alvenaria pintada, acrescentando painéis nas paredes.

#### 4.3.2.3 Bloco Trama

A aplicação desse produto depende da criatividade do decorador. Na simulação, foi aplicado como painel decorativo, dependendo da necessidade, pode ser funcional: aplicando em mobiliários de concreto ou paredes externas diferenciadas. No ambiente simulado virtualmente a aplicação se deu internamente, com fixação em argamassa. A Figura 85 mostra os detalhes da aplicação em um ambiente.



**Aplicação:** Estética com a finalidade de adornar a parede.



Figura 85 – Detalhes da aplicação do bloco Trama em decoração.



A textura, além de contribuir com a acústica e a harmonia do ambiente, pode ser contraposto com contrastes lisos, complementando a decoração.

#### 4.3.2.4 Bloco cerâmico Ondas

Com a execução da modelagem tridimensional foi possível visualizar a função do produto para dividir ambientes, bloco cerâmico Ondas. Nesse caso, os blocos podem ter a função estética e dividir ambientes, tendo o papel de ornamentar, permitindo a entrada de iluminação natural e limitando os espaços, como pode ser observado nas imagens das Figuras 86 e 87.

Os blocos Ondas foram aplicados em uma loja de roupas e calçados, o mezanino é a loja de calçados, que tem o parapeito construído em volumes. A estrutura foi feita em imbuia com vidro incolor no centro, o que conferiu transparência e visibilidade para as pessoas que passam pela loja, podendo enxergar os produtos expostos com mais detalhes.

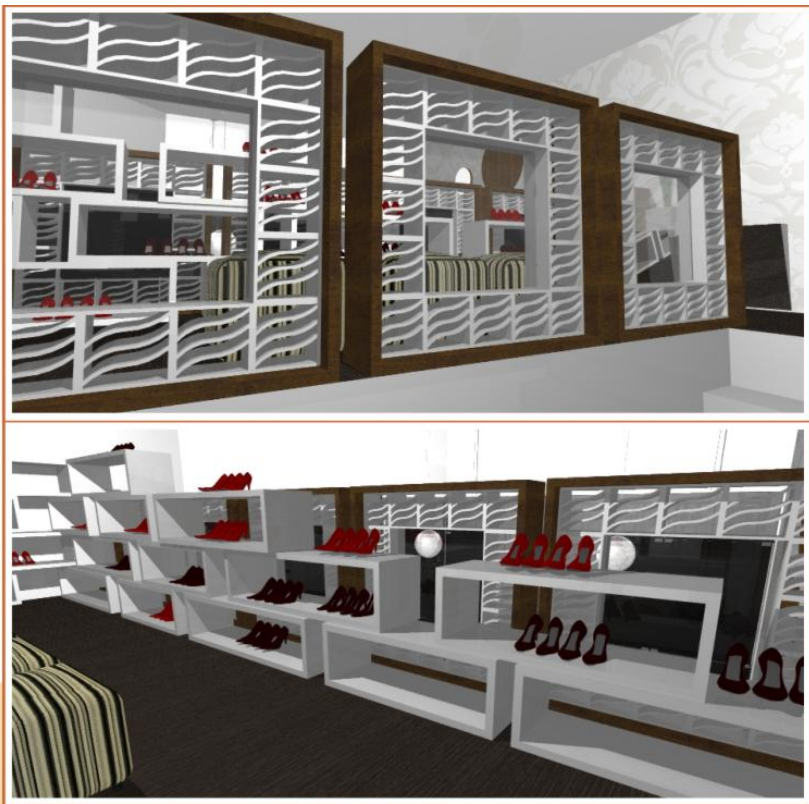


Ambiente: Loja de calçados com mezanino.

Figura 86 – Simulação virtual da aplicação do bloco cerâmico Ondas.

Esse tipo de produto permite uma infinidade de usos (aplicações) e poderia ser fabricado com diversos acabamentos e cores. Nesta simulação, optou-se pelo branco, mas seria recomendada a aplicação do produto em cerâmica nos tons naturais, o que viabilizaria a adaptação em ambientes de estilos diferentes.

A Figura 87 apresenta vistas mais detalhadas da aplicação no cenário hipotético, permitindo, a partir desta aplicação, criar outras com liberdade de uso.



Aplicação: Parapeito com moldura de madeira e vidro internamente.

Figura 87 – Detalhes da aplicação dos blocos cerâmicos Ondas.

#### 4.3.2.5 Palitos decorativos

Para simular a função decorativa dos palitos cerâmicos fabricados por extrusão a modelagem tridimensional se deu montando os produtos em forma de mosaico simétrico em uma

parede de um ambiente residencial, na parte da sala de estar. Para destacar o produto, optou-se por um estilo de decoração descontraído, com combinações mais agressivas e impactantes, embora não haja tanto contraste além do claro e escuro, Figuras 88 e 89. Os palitos podem ter a função estética ao serem aplicados como quadros, emoldurando esquadrias e paredes, além de permitir a liberdade criativa, para formar os mosaicos. Esses produtos podem se destacar no ambiente em que forem aplicados, dependendo da montagem.



**Ambiente:** Mosaico na parede de um ambiente integrado (sala de jantar, estar e cozinha) residencial.

Figura 88 – Simulação virtual da aplicação dos palitos decorativos.



Esse tipo de produto permite uma infinidade de aplicações e poderia ser fabricado com diversos acabamentos e cores, sugerindo esmaltação. Nessa simulação, optou-se pelo preto, mas recomenda-se a aplicação do produto em cerâmica nos tons naturais, sendo disponível em uma variação de cores e podendo criar mosaicos com maior liberdade, sempre adaptando aos projetos dos ambientes.

No cenário hipotético, Figura 89, o produto foi aplicado, em uma parede contrária a do revestimento de madeira, para demonstrar a harmonia na mistura de materiais.



**Aplicação:** Estética com a finalidade de adornar a parede e diferenciá-la das demais.

Figura 89 – Detalhes da simulação da aplicação dos palitos decorativos.

## 4.4 DISCUSSÃO

Ao finalizar o projeto é possível tratá-lo como um só conceito de produto cerâmico, pois é uma ação que agrega valor e diversifica a oferta de produtos cerâmicos. Cabe ressaltar que a customização e a personalização de produtos também podem ser aplicadas aos cerâmicos, na parte de acabamento, já que se tem a visão de que é possível unir a tradição do material e da arte cerâmica aos avanços tecnológicos e da cultura material brasileira.

Pode-se variar, para um mesmo produto com diversas estampas, texturas e cores, controlando o processo. A adição de pigmentos pode alterar as cores, sendo uma opção de grande apelo estético, podendo oferecer certa personalização aos produtos. Quanto ao acabamento, os produtos podem ser rústicos ou esmaltados para as peças desenvolvidas, que são aparentes e de função decorativa.

A pintura e acabamento artesanais são outra opção que agregaria valor a esses produtos, além de potencializar a capacidade de adornar ambientes, criando peças com diferencial artístico dirigidos a públicos específicos que requerem requinte estético nos materiais de acabamento e decoração.

Ainda, no contexto artesanal, poderia ser utilizada na fabricação desses produtos a mistura de materiais para a obtenção de texturas, tais como: rendas da região litorânea de Santa Catarina; sementes de plantas e outros materiais de origem regional. Acrescentam qualidade técnica aos produtos finais a adição de outros materiais, incluindo os desenvolvidos nos laboratórios do PGMAT (UFSC), como é o caso dos que aproveitam os resíduos de conchas de ostras, incrementando qualidades térmicas, acústicas ou higroscópicas, por exemplo, otimizando as possibilidades de aplicação desses produtos.

Algumas medidas simples podem melhorar a qualidade dos produtos finais. É o caso dos produtos cerâmicos extrudados que podem ser assentados com maior agilidade se oferecerem maior precisão dimensional das peças obtidas pelo processo, permitindo encaixes precisos.

Os produtos criados oferecem como principais vantagens:

- o baixo custo de fabricação, devido as matérias-primas serem abundantes, variadas e o processo de fabricação difundido no país;
- a facilidade de aplicação, em assentamento com argamassas, permitindo o uso em qualquer construção, em sistemas descomplicados, eliminando etapas de acabamento superficial de paredes em alvenaria convencionais, além de serem de fácil transporte e manuseio;

- o uso versátil, em montagens com liberdade criativa e improvisação, permitindo acabamento artístico ou artesanal após assentamento;
- a durabilidade da cerâmica, facilidade de manutenção e limpeza;
- formatos que conferirem boas características de conforto térmico e acústico aos ambientes em que os produtos forem aplicados;
- e, por fim, alguns dos produtos criados apresentam a possibilidade de se utilizar o espaço vazio da peça extrudada para a passagem de instalações hidráulicas e elétricas.

Os requisitos propostos no início no projeto foram atendidos e, principalmente, confirmando que é possível inovar as aplicações dos cerâmicos extrudados, tornando-os visíveis no acabamento e decoração de ambientes.

#### 4.4.1 INTERFACE DESIGN E ENGENHARIA

“A tendência da especialização científica é conhecer cada vez mais de cada vez menos” (Rubem Alves). A inovação, com produtos cada vez mais personalizados, só é possível se houver o conhecimento das possibilidades do material; domínio do processo de fabricação; autonomia metodológica e capacidade técnica dos designers; capacidade técnica dos arquitetos e decoradores; e disposição dos fabricantes em investir em projetos diferenciados, buscando agregar valor a sua produção.

Busca-se em Japiassu (1976) a sustentação do princípio da interface entre conhecimentos e fazeres dos diferentes profissionais envolvidos em projetos de produto, para atingir a inovação formal em produtos cerâmicos. O autor define interdisciplinaridade como um método de pesquisa e de ensino suscetível de fazer duas ou mais disciplinas interagirem entre si. Tal interação pode ir da simples comunicação de ideias até a integração mútua dos conceitos, da epistemologia, da terminologia, da metodologia, dos procedimentos, dos dados e da organização da pesquisa, tornando possível a complementaridade dos métodos, dos conceitos, das estruturas e dos axiomas sobre os quais se fundam as diversas práticas científicas. A exigência interdisciplinar impõe a cada especialista, que transcenda sua própria especialidade, tomando consciência de seus próprios limites para acolher as contribuições das outras disciplinas.

Ampliando a questão da interdisciplinaridade, alguns dos conceitos universais auxiliam na afirmação da importância da interface das áreas especializadas da indústria, destacando que a mais radical maneira de aniquilar toda a argumentação está em

separar cada coisa de todas as outras, pois a razão vem da ligação mútua entre os envolvidos (Platão, “*O Sofistas*”). Em Marx (*Manuscrito econômico-filosófico*) as ciências naturais abrangerão as ciências humanas, as ciências humanas abrangerão as naturais. Todas as coisas são causadas e causadoras, auxiliadas e auxilantes, mediatas e imediatas, sustentando-se todas mutuamente por meio de um elo natural e insensível que liga as mais distintas e diferentes, sendo impossível conhecer o todo sem conhecer particularmente as partes (Pascal, “*Pensamentos*”). Logo é imprescindível que o designer tenha os conhecimentos das outras áreas de atuação, dominado conhecimentos técnico-científicos, na busca de interfaces com outras ciências, no intuito de inovar os produtos.

Morin (2002), ao tratar do princípio do pensamento complexo, refere-se a questão como um duplo problema. Um dos desafios, de importância capital, da globalidade é a inadequação de um saber fragmentado em elementos desconjuntados e compartimentados nas especialidades de um lado e, de outro, entre as realidades multidimensionais e os temas (eixos de pesquisa) cada vez mais transversais<sup>13</sup>, polidisciplinares e, até mesmo, transdisciplinares. Outro desafio é da pertinência, portanto, do modo de conhecimento e aprendizagem que leva a separar (os objetos de seu meio e as áreas do saber umas das outras) e não reunir aquilo que, entretanto, faz parte de um mesmo tecido. A inteligência que, só sabe separar, espedaça o complexo do mundo em fragmentos desconjuntados, fracionando os problemas, sendo incapaz de encarar o contexto e o complexo planetário, a inteligência torna-se cega e irresponsável (*idem*, p.14).

As metodologias de design são alternativas viáveis em um mundo complexo. Thackara (2008, p.26) refere-se aos desafios e oportunidades identificados, atualmente, que não serão solucionados somente por designers. O contexto de complexos sistemas técnicos, constituídos por profissionais de muitas áreas distintas, determinando que o design não funcione mais unilateralmente. O autor reforça que profissionais do design precisam evoluir de criadores para agentes capacitadores da inovação e mudanças envolvendo grupos de profissionais de áreas afins.

---

<sup>13</sup> Yus (1998, p.17) conceitua temas transversais como o conjunto de conhecimentos e eixos condutores de atividades de um projeto que não estando ligados a nenhuma área em particular, mas que podem ser considerados inerentes as campos envolvidos em projetos, de forma que, se considera conveniente o seu tratamento transversal com visão global.

A especificação dos materiais e dos processos produtivos torna-se fundamental para a concretização de projetos, trazendo benefícios estéticos, técnicos, de durabilidade, fabricação e distribuição. Porém, não raras vezes, a Engenharia vem tomando decisões que acarretam alterações ao produto, na fase de desenvolvimento ou durante a produção, sem base nos preceitos do design. Essa abordagem não deve ser entendida como uma tentativa de ingerência ou usurpação de funções, mas simplesmente compreendida como uma consequência lógica de anos de prática de projeto sem base no design. Ao designer cabe ter, neste momento, maturidade e conhecimento nas áreas de materiais e processos de fabricação para decidir, em conjunto com a engenharia, quais as alterações sugeridas passíveis serem abortadas e aquelas que são aceitáveis, numa perspectiva de não bloquear a evolução e a competitividade do projeto.

Os materiais podem ser vistos como um estímulo à inovação e utilizados como forma de sedução do produto. Há, atualmente, uma corrente na engenharia cuja principal razão para desenvolver novos materiais é o aumento das possibilidades formais que eles permitirão. A escolha dos materiais e dos processos de fabricação passa a elevar-se como fator caracterizador do conceito do produto não se limitando a um problema específico da engenharia.

Essa escolha passa ao status de oportunidade de inovação que permite um avanço tanto na área de engenharia quanto na área do design. Isto é válido desde que as áreas entendam este desafio como benéfico e que ambas sejam capazes de se integrar. Muitos produtos são mal sucedidos, devido, justamente, a esta falta de sinergia (descompasso) entre a Engenharia e o Design (KINDLEIN & GUANABARA, 2006).

A forma é um dos aspectos que envolvem o projeto e não é um fenômeno isolado. Deve ter relação direta com as outras variáveis que envolvem o produto. É possível classificar o design como uma atividade ligada à arte e à tecnologia. O design é uma atividade projetual multidisciplinar que conjuga e concilia conhecimentos dessas duas áreas, além de outras envolvidas direta ou indiretamente no desenvolvimento de produtos.

Este trabalho tenta quebrar o paradigma da imagem do design como uma atividade formalista. Maldonado (1977, p. 12) conceitua formalismo como uma orientação projetual que prioriza a forma do produto. “A preocupação do designer, segundo este princípio, refere-se somente à aparência estética, sem levar em conta o processo produtivo”.

Com a metodologia de design que tem como requisitos iniciais o material e o processo, o objetivo didático da dissertação enfatiza uma

visão que engloba os conceitos de: interdisciplinaridade, transdisciplinaridade, multidisciplinaridade e o princípio do pensamento complexo em um conceito, ainda recente, de interação chamado de interfaces ou interlocução de conhecimentos, ilustrado na Figura 90, que relaciona os aspectos de Ciência e Engenharia de Materiais e os de Design de Produto, inerentes aos assuntos da dissertação.

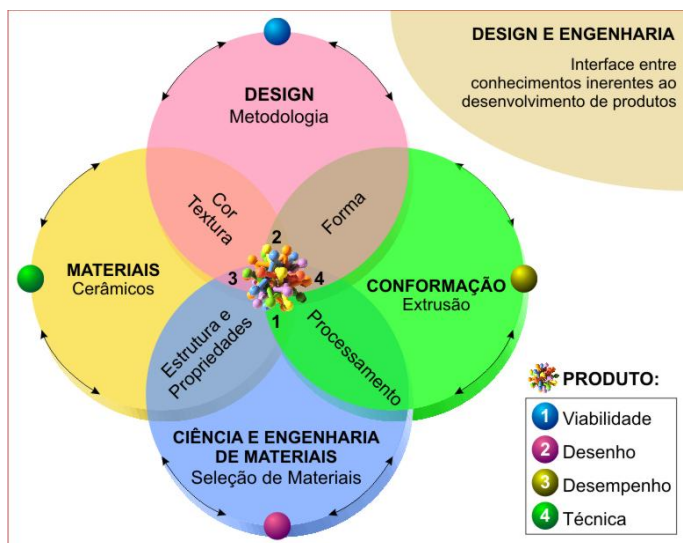


Figura 90 – Interface de conhecimentos entre áreas: Design e Engenharia.

Assim é possível compreender a engenharia como um conjunto das atividades que se dirige aos problemas colocados pelo meio e o design como o conjunto de atividades que se dirige aos problemas colocados pelo homem. Objetiva-se uma atuação que garanta a relação homem e meio, cabendo ao design aspectos formais, tridimensionais, na escala do desenho industrial (operação), tratando-se dos problemas de uso e funcionalidade dos objetos que estabelecem contato entre homem e meio.

A abordagem do design para o setor cerâmico de extrusão é pouco abundante na literatura e no ensino de design. O meio acadêmico anseia por pesquisas relativas a essa fusão, design - tecnologia cerâmica – engenharia, podendo ampliar a contribuição do design na indústria cerâmica.

Este trabalho é importante no sentido de propor, partindo de um nicho de mercado com material e processamento tradicionais, o desenvolvimento de uma metodologia capaz de suscitar inovação no

design cerâmico, baseada no apelo estético e os aspectos formais, como necessidade humana e contribuição para o mercado e o desenvolvimento da cultura material brasileira.

ALVARES & GONTIJO (2006, p.64) ressaltam que a integração entre áreas confere equilíbrio nas relações estabelecidas entre os conhecimentos, conferindo condições ao enfrentamento de situações, próximas da realidade. A característica orientadora, do método de design, estrutura os conceitos nos contextos teóricos e procedimentos experimentais em torno de unidades globais de estruturas conceituais, compartilhadas pelo Design e pela Engenharia. A metodologia precisa ser compreendida como tarefa de interface entre conhecimentos, em um processo contínuo e infundável, na construção do conhecimento.





## Capítulo 5

### CONCLUSÕES

Partiu-se do princípio de que há uma estagnação em termos de inovação no setor da extrusão cerâmica, motivada muito mais pela acomodação e fatores culturais do que por motivação tecnológica, pois o Brasil tem condições para a fabricação de produtos competitivos. O material e o processamento, cerâmicos e extrusão, foram requisitos iniciais para a criação de novos produtos, sendo que a investigação e a criação apontadas, neste estudo, trataram do desenvolvimento de uma metodologia do design voltada à criação de produtos cerâmicos extrudados aplicando-a em projeto de produtos.

Comprovou-se com estudo que o empenho na concepção dos aspectos formais, ao criar produtos cerâmicos, pode explorar o potencial produtivo e comercial das indústrias cerâmicas que têm como processo de conformação, a extrusão.

O cumprimento de todas as etapas inerentes à metodologia de design proposta, focadas na obtenção de produtos com diversas aplicações, fez com que os resultados obtidos alcançassem os requisitos de design: procurando conhecer o contexto em que os produtos cerâmicos extrudados estão inseridos, pesquisando o mercado; com o processo criativo se chegou a soluções de produtos e conceitos de aplicações para os cerâmicos extrudados; através do estudo da viabilidade produtiva, investigando o material e o processo; ao estudar e explorar os aspectos formais e valores estéticos envolvidos no projeto; segundo as tendências em design de interiores, formulando um dossiê sobre as necessidades de uso e aceitação cultural atual; e, utilizando para isso a linguagem universal do design, o desenho, com simulação virtual das aplicações. Embora seja muito difícil garantir o sucesso de um produto, sabe-se que quando são considerados todos esses requisitos de design o procedimento metodológico pode ser confiável, devido tratar-se de uma experiência com bases concretas de desenvolvimento e aplicação da metodologia mais próxima da realidade do mercado.

Tanto as pesquisas como a parte experimental refletem a curiosidade em conhecer as condições e os limites dos materiais cerâmicos e do processamento por extrusão, aplicando-os em

integração com a realidade dos conceitos de design, no que diz respeito aos aspectos formais dos produtos e a criação de produtos conceituais. Sugeriu-se cinco aplicações formais e funcionais para os produtos cerâmicos extrudados com apelo estético e valor agregado, que podem servir como inspiração e incentivo para os empresários e projetistas da área.

Através de um problema concreto, esta pesquisa propôs uma metodologia de design específica que objetiva contribuir para a inovação dos produtos cerâmicos obtidos pelo processo de extrusão, obtendo cinco produtos com aplicações diferenciadas em decoração de ambientes, como apelo estético e funcional, para revestimento divisão de espaços e montagem de mosaicos.

Com a experiência, aplicando a metodologia proposta, salienta-se que o papel do designer no processo de inovação é fundamental, porém não há projeto de produto autônomo, nem há projeto de produto sem antes definir e conhecer as possibilidades do material e do processamento. Nenhum saber se fundamenta em resultados práticos se tiver uma visão unilateral. Projeto de produto é uma atividade de interface entre áreas, conforme explicitado na Figura 90. Estudos de áreas afins contribuem para a formação de profissionais de design, capacitando-os para compreender o seu papel e os seus limites de atuação em projetos de produto, viabilizando entender-se e comunicar-se adequadamente com outros profissionais.

## 5.1 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES

A metodologia desenvolvida se mostrou adequada para a criação de produtos cerâmicos extrudados, tendo em vista que a sua base está nos requisitos de material e processamento. Conseguiu-se atingir os objetivos de propor diferentes aplicações de formatos para os produtos cerâmicos extrudados, obteve-se alternativas tecnicamente viáveis e com potencial aplicativo conferindo liberdade de uso, com o desenvolvimento de modelos virtuais, inseridos em possíveis ambientes. Pode-se perceber as possibilidades de fabricação, segundo as suas vantagens comerciais e decorativas.

Quanto à temática ambiental, a metodologia sugere como princípio essa preocupação levada em conta pela indústria cerâmica como caminho para a melhoria da qualidade e da competitividade dos seus produtos. O projeto sugere aplicações estéticas e funcionais aos produtos cerâmicos extrudados agregando o valor da construção sustentável ao conceito desses produtos, como forma de garantir o conforto e a qualidade de vida.

A importância econômica e mercadológica do estudo é a geração de conhecimentos que podem fomentar a inovação na indústria cerâmica oferecendo as informações sobre as possibilidades do processo de extrusão, com os estudos referentes aos conceitos formais e funcionais dos produtos cerâmicos e a exploração de diversas aplicações, como modo de ampliar o mercado para o setor.

Do ponto de vista empírico o estudo serve como fonte de pesquisa sobre o processo de conformação por extrusão, aplicado à cerâmica. Bem como, sobre o material envolvido, suas propriedades e características. É o embasamento para a formulação de novos dossiês de tendências e referência para o estudo da forma e função em produtos cerâmicos.

A importância técnico-científica desta pesquisa não é contribuir, especificamente, para uma área do conhecimento, mas sim, através do processo de Design, colaborar para a ampliação do mercado cerâmico, envolvendo o conhecimento metodológico para a criação de novos produtos; a aproximação e a interação entre os conhecimentos das diversas áreas do conhecimento (Design e Engenharia); e a busca pela inovação em projeto de produtos.

## 5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para dar continuidade a este estudo, esta dissertação pode ser aprofundada em pesquisas posteriores, constituídas de uma equipe de trabalho multidisciplinar com estrutura para:

- analisar o transporte dos produtos, que envolve a preocupação com os artefatos antes do consumo, verificando as embalagens e acondicionamento para o estoque. Podendo determinar um redimensionamento e ajustes para as alternativas geradas. Podem ser idealizadas as embalagens para os produtos, enfatizando sempre a redução da geração de resíduos e do volume para o transporte, pela preocupação ambiental ser requisito do projeto;
- realizar pesquisa para comprovações técnicas dos produtos, desenvolvendo as alternativas em laboratório, com a geração de desenhos técnicos, a fabricação de matrizes e a realização da extrusão para obter modelos (mocapes e protótipos). Podendo, também, testar e verificar os parâmetros inerentes aos produtos desenvolvidos (resistência, isolamento térmico e acústico, cores e texturas). Além de possibilitar a verificação da contribuição da forma do produto na determinação do seu desempenho segundo os parâmetros de engenharia;

- analisar o ciclo de vida dos produtos desenvolvidos, procurando as causas e sugerindo sugestões para os problemas encontrados;
- estudar a forma dos cerâmicos extrudados para obtenção de “*brises*” e sistema de fachadas ventiladas;
- investigar os produtos cerâmicos extrudados com o objetivo de criar uma linha de produtos que possa ser aplicada e utilizada de diversos modos (interna e externamente), alterando apenas composição da matéria prima e acabamento com o objetivo de obter produtos modulares.

Portanto, tendo em vista que a inovação e o desenvolvimento de produtos são constantes e exigem atualização e aperfeiçoamento profissional contínuo, as sugestões apresentadas servem como encaminhamento para, possíveis, futuros estudos no âmbito do Design, considerando que estudo algum é conclusivo, nem propõe respostas definitivas, mas é orientador a novas pesquisas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRIL FILHO, Oscar de. Tintas cerâmicas. **Cerâmica Industrial**, n.8, set./dez., 2003. p. 40-43.
- ALVARES, M. R.; GONTIJO, L. A interdisciplinaridade no ensino de Design. **Design em Foco** - EDUNEB, v. 3, n.2, jul/dez, 2006. p. 49-65.
- ASHBY, Michael; JOHNSON, Kara. **Materials and Design: the art and science of materials selection in product design**. 5 ed. Burlington: Elsevier, 2006. p.116-155.
- BARBA, A. et.al. **Matérias-primas para la fabricación de badosas cerámicas**. Castellón: Instituto de Tecnología Cerámica, 1997.
- BARSOUM, M. W. **Fundamentals of ceramics**. New York: McGraw-Hill, 1997.
- BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para design de novos produtos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.
- BLAIR, G.W.S. Einführung in die technische flieskunde. Theodor Steinkopf Verlag: Dresden (1940). In: GLEIBLE, Wolfgang; GRACZYK, Jan. Rheology and extrudability of ceramic compounds. **Extrusion in Ceramics: engineering materials and processes**. New York: Springer, 2007. p.174–186. Organizado por Frank Händle.
- BONSIEPE, G., KELLNER, P.; POESSNECKER, H. **Método experimental: Desenho Industrial**. Florianópolis: LDP/DI, 1984.
- BÜRDEK, Bernhard E. **Design: história, teoria e prática do design de produtos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. Tradução de Freddy Van Camp.
- CALDAS, Dario. **Observatório de sinais: teoria e prática da pesquisa de tendências**. 2 ed. Rio de Janeiro: Senac, 2004.
- CHING, Francis D. K. **Arquitetura, forma, espaço, ordem**. São Paulo: Martins Fontes, 2005. Tradução de Alvamar Helena Lamparelli.
- CHANG, When-chih; WU, Tyan-yu. Exploring types and characteristics of product forms. **International Journal of Design**. v.1, n.1, 2007. p.3-14.

CLAUSSEN, N. **Technologie keramischer Werkstoffe**. Hamburg, TUHH, 1995.

COSTA JUNIOR, Jairo da. Design para a estética: projeto de produtos orientado para fatores estéticos. **Anais do 4º Congresso Internacional da pesquisa em Design – Associação Nacional de Pesquisas em Design - ANPDE**. Rio de Janeiro, 2007.

COSTA, Natalia Isaia; ROSA, Simone Rosa da. Guia Metodológico projetual em Design: uma proposta reflexiva aliada às potencialidades e capacidades necessárias. **Formas & Linguagens**: revista do Departamento de Estudos de Linguagem, Arte e Comunicação – DELAC/UNIJUÍ. v.7, n.15, jan./jun./n.16, jul./dez. 2008.

DOCZI, György. **O poder dos limites**: harmonia e proporções na natureza, arte e arquitetura. São Paulo. Mercuryo, 1990. Tradução de Maria Helena de Oliveira Tricca e Jília Bárány Bartolomei.

ESCOREL, Ana Luísa. **O efeito multiplicador do design**. Rio de Janeiro: Senac, 1999.

FASCIONI, Ligia. **Análise e prospecção de tendências em design**. 2009. Notas de aula (Curso de Graduação em Design) – UNISUL.

FERNANDES, Maria Helena F. V. **Introdução à ciência e tecnologia do vidro**. Lisboa, Portugal: Universidade Aberta, 1999.

FERRAZ, Rodrigo M.; FORTE, Fernando; GIMENES, Lourenço U. **Consultoria de Arranjos Produtivos Locais**: prospecção de novos caminhos para a cerâmica vermelha. São Paulo: FIESP/SEBRAE – FGMF, 2007. Relatório Final e fichas técnicas.

FERREIRA, Mario dos Santos. **Telha cerâmica**: identificação do sistema de produção e estudo de alternativa industrializável por extrusão. 1992. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.

GLUFKE, Ronaldo M.; VIEIRA, Milton, L. H. Valores reconhecidos e considerados no design cerâmico. **Anais do 4º Congresso Internacional da pesquisa em Design – Associação Nacional de Pesquisas em Design - ANPDE**. Rio de Janeiro, 2007.

GÖHLERT, Katrin; UEBEL; Maren. Test methods for plasticity and extrusion behaviour. In: **Extrusion in Ceramics**: engineering

materials and processes. New York: Springer, 2007. p.381–397. Organizado por Frank Händle.

GOMES FILHO, João. **Gestalt do objeto: sistemas de leitura visual da forma**. 5 ed. São Paulo. Escrituras, 2003.

GOMES, C. F. **Argilas o que são e para que servem**. Lisboa: Fundação Cal Guberkian, 1988.

GOMES, Luiz Vidal Negreiro. **Classificação dos produtos industriais: abordagem sistêmica com enfoque em aspectos de produção, mercado e desenho**. Santa Maria/RS: 2004. Notas de aula (Pós-graduação em Engenharia de Produção) – UFSM. 21p.

GOMES, Luiz Vidal Negreiro. **Criatividade: projeto, desenho, produto**. Santa Maria: sCHDs, 2001.

GOMES, Luiz Vidal Negreiro. **Desenhismo**. Santa Maria: UFSM, 1996.

HAASE T.; PETERMANN, K. Der Einfluss der Verformungsgeschwindigkeit auf die Struktur plastischer keramischer Massen. **Silikattechnik**. vol. 7, n. 2. 1956. p. 58-60.

HÄNDLE, Frank (org.). **Extrusion in ceramics: engineering materials and processes**. New York: Springer, 2007.

IIDA, Itiro; MÜHLENBERG, Poema. O bom e o bonito em design. **Anais do V CIPED - 5º Congresso Internacional de Pesquisa em Design**. Bauru, 2009.

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

JIN, Hye-Ryeon et al. Study on physiological responses to color simulation: focused on user centered design sensibility engineering design of color. International Association of Societies og Design Research – IASDR. **Proceedings**. Sounth Korea: Korean Society of Design Science, 2009. p. 1969-1979.

JORDÃO, M.A.P. & ZADONAI A.R. Informações técnicas. **Anuário Brasileiro de Cerâmica-Associação Brasileira de Cerâmica**. São Paulo: 2002.

KIM, Yu-Jin. Can eyes smell? Color hue-tone and fragrance intensity. Association of Societies og Design Research – IASDR.

**Proceedings.** Sounth Korea: Korean Society of Design Science, 2009. p. 1797-1806.

KINDLEIN JUNIOR, Wilson; GUANABARA, Andréa Seadi. A importância do bin  mio Design e Engenharia como catalisador de inova  o. **Anais do 7   Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design/P&D – Design.** Curitiba, 2006.

KOHLSDORF, Maria Elaine; KOHLSDORF, Gunter. **Dimensões morfológicas dos lugares:** dimensão bioclimática. Brasília: [s.n.], mar. 2005.

KOTLER, Philip. **Administra  o de marketing.** 10 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

LACEY, Emma. Contemporary ceramic design for meaningful interaction and emotional durability: a case study. **International Journal of Design.** v.3, n.2, 2009. p.87-92.

LEE, W. E; RAINFRTH, W.H. **Ceramic microestrutura:** property control by processing. London: Chopman & Hall, 1994.

LESKO, Jim. **Design industrial:** materiais e processos de fabrica  o. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. Tradu  o de Wilson Kindlein Junior e Clovis Belbute Peres.

L  BACH, Bernard. **Design industrial:** bases para a configura  o dos produtos industriais. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

MALDONADO, Tomás. **El dise  o industrial reconsiderado.** Barcelona: Gustavo Gilli., 1977.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis:** os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: USP, 2005. Tradu  o de Astrid de Carvalho.

MARAR.J.F; WALTER, Y.; SILVA, B. M. da. Periódicos como fonte de informa  o para percep  o do material e produto: um estudo de caso. **Anais do 7   Congresso brasileiro de pesquisa e desenvolvimento em design – P&D Design.** Paraná, 2006.

MARINOSKI, Deivis Luis. **Desempenho térmico de edifica  es.** 5 ed. Florianópolis: Laboratório de Eficiência Energética em Edifica  es (LABEEE) – UFSC, Nov. 2007.



MEDEIROS, L. Argumentos em favor do desenho projetual na educação. In: NAVEIRO, R; OLIVEIRA, V. (Org.). **O projeto de engenharia, arquitetura e desenho industrial: conceitos, reflexões, aplicações e formação profissional**. Juiz de Fora: Editora da UFPR, 2001. p. 129-148.

MELCHIADES, F. G. et al. Estabilidade das dimensões e do formato de revestimentos cerâmicos. Parte II: formato. **Cerâmica Industrial**, 6, nov./dez., 2001.

MENASCE, Lazzaro. Editorial: A travessia da vermelha. **Mundo Cerâmico**. jun./jul. 2007.

MENEZES, Marizilda S. Design étnico: a identidade sociocultural dos signos. **Design e Planejamento: aspectos tecnológicos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. p. 30-61. Org: Luz Carlos Paschoarelli.

MORAES, S. S. Compreendendo o espaço na vida do estudante. **Formas & Linguagens: revista do Departamento de Estudos de Linguagem, Arte e Comunicação – DELAC/UNIJUÍ**. v.1, p.43 - 67, 2007.

MORIN, Edgard. A religação dos saberes: desafios do século XXI. 2 ed. Ri de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. Jornadas temáticas. Tradução: Flávia Nascimento.

MOTTA, J. F. M. **As matérias-primas cerâmicas e o estudo de três casos de rochas fundentes**. Rio Claro, 2000. Tese (Doutorado) – UNESP.

MOTTA, J. F. M.; ZANARDO, A.; CABRAL JR., M. As Matérias-primas cerâmicas. Parte I: o perfil das principais indústrias cerâmicas e seus produtos. **Cerâmica Industrial**. v.6, n.2. mar/abr, 2001. p. 28-39.

MÜLLER, Alexandre; **Desenvolvimento de um protótipo e análise do comportamento térmico de fachada ventilada com placas cerâmicas de grês porcelanato**. Florianópolis, 2003. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina.

MÜSSNICH, Alexandre Guedes. O design na fronteira com a arquitetura. **ADG Brasil - Apdesign (Associação dos Profissionais em Design do Rio Grande do Sul)**. mar. 2004.

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem coisas**. São Paulo: Martins fontes, 1998. Tradução de José Manuel de Vasconcelos.

NASCIMENTO, Marilzete Basso do. Metodologia de design para um produto brasileiro. **Anais do 7º Congresso brasileiro de pesquisa e desenvolvimento em design – P&D Design**. Paraná, 2006.

NORTON, F. H. **Elements of ceramics**. Cambridge: Addison-Wesley, 1952.

PADILHA, A. F. **Materiais de engenharia: microestrutura e propriedades**. Curitiba: Hermus, 2000.

PANTALEÃO, Lucas F.; PINHEIRO, OLYMPIO, J.; A intuição e o acaso no processo criativo: questões de metodologia para a inovação em design. **Anais do V CIPED - 5º Congresso Internacional de Pesquisa em Design**. Bauru, 2009.

PEDGLEY, Owain. Influence of stakeholders on industrial design materials and manufacturing selection. **International Journal of Design**. v.3, n.1., 2009. p.1-15.

PRACIDELLI, S.; MELCHIADES, F.G. A importância da composição granulométrica de massas para a cerâmica vermelha. **Cerâmica Industrial**, v.2, n.1-2, jan./abr., 1997. p. 31-35.

REED, Reed, J. S. **Principles of ceramic processing**. 2 ed. New York: Wiley-Interscience, 1995.

RIBEIRO, Manuel J; FERREIRA; J.M.; LABRINCHA, J.A.L. Plastic behaviour of different ceramic pastes processed by extrusion. **Ceramics International**, v. 31, Issue 4, 2005, p. 515-51.

\_\_\_\_\_ ; FERREIRA; A.A.L.; LABRINCHA, J.A.L Aspectos fundamentais sobre a extrusão de massas de cerâmicas vermelhas. **Cerâmica Industrial**, v.8, Jan./Fev, 2003. p. 37-42.

RICHAERSON, David, W. **Modern ceramic Engineering: Properties, Processing, and uses in design**. New York: Marcel Dekker, 1992.

RING, T. A. **Fundamentals of ceramic powder processing and synthesis**. New York: Academic Press, 1996.

RODRIGUES, Elbrio Martins; ROSA, Simone Melo da. Ferramentas e abordagens inerentes ao ato de projetar: uma proposta de guia reflexivo no projeto de produto. **GRAPHICA**. VII Internacional Conference on Graphics Engineering for Arts and Design – XVIII

Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. Departamento de Desenho – UFPR, 2007.

SILVA, J. C. B. **I Caderno de tendências 2008/2009**. São Paulo: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI/ABIHPC/SEBRAE, 2008.

TANAKA, A; RANIERI, M. G. A. Estudo de argilas para uso em cerâmica vermelha. **17º CBECIMat** - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 2006. p.820-829.

TECLA, Zeca. **O livro a arte de construir**. São Paulo: Unipress, 1984.

THACKARA, John. **Plano B:** e as alternativas viáveis em um mundo complexo. São Paulo: Saraiva/Versar, 2008. Tradução de Cristina Yamagami.

ULRICH, Karl T.; EPPINGER, Steven D. **Product Design and Development**. 4 ed. Irwin: McGraw-Hill, 2008.

VALÉRY, Nicholas. Innovation in industry. The Economist. mar. 1999.

VAN KESTEREN, I. E. H.; STAPPERS, P. J.; BRUIJN, J. C. M.. Materials in product selection: tools for including user-interaction aspects in materials selection. **International Journal of Design**. v.1, n.3, 2007. p. 41-55.

VILANOVA, D.L.; BASEGIO, T.M.; BERGMANN, C.P. Avaliação da influência do teor do limite de plasticidade de diferentes argilas na resistência mecânica dos corpos cerâmicos verdes à base de cinza pesada de carvão mineral. In: **Anais do 51º Congresso Brasileiro de Cerâmica**. 2007.

WONG, Wucius. **Princípios de forma e desenho**. São Paulo: Martins Fontes, 2001. Tradução de Alvamar Helena Lamparelli.

YUS, Rafael. **Em busca de uma nova escola**. Porto Alegre: ArtMed, 1998. Tradução de Ernani F. da F. Rosa.